Handbuch

der

Mineralogie.

Handbuch

der

Mineralogie

von

Fr. Aug. Quenstedt,
Professor zu Tübingen.

Mit vielen Holzschnitten.

Tübingen, 1855.
Verlag der H. Laupp'schen Buchhandlung.
— Laupp & Siebeck. —

Druck von H. Laupp jr. in Tübingen.

Vorrede.

Nicht ohne Zögern habe ich mich an ein Werk gewagt, bei dessen Entwurf ich mir schon gestehen mußte, daß über einen in so vielen Lehr- und Handbüchern längst durcharbeiteten Stoff sonderlich Neues zu sagen, wenigstens unser in mineralogischer Hinsicht so karge Ausbeute lieferndes Schwabenland nicht der Ort sei. Dennoch bin ich als öffentlicher Lehrer der Mineralogie alljährlich berufen, mit der Entwickelung der Wissenschaft Schritt zu halten, und einer Anzahl zum Theil eifriger Zuhörer den Weg zur Sache zu zeigen, was bekanntlich gerade in der Gesteinskunde seine eigenthümliche Schwierigkeit hat, wenn man nicht ganz auf der Oberfläche bleiben will, wie leider heutiges Tages eine Reihe von Büchern es sich förmlich zur Aufgabe machen. Dazu kommt die übergroße Verschiedenheit der Methoden: so daß ich mich vergeblich nach einem Buche umsah, welches ich meinen Vorlesungen hätte zu Grunde legen können.

Ich selbst habe das Glück gehabt, den ersten mineralogischen Unterricht aus der lautersten Quelle zu schöpfen. Allein diese Quelle war nur den Zuhörern zugänglich, da es der Lehrer, wie einst Werner, stets ablehnte, etwas Zusammenhängendes über das ganze Gebiet durch den Druck zu veröffentlichen. Dieser Umstand hat wesentlich mit beigetragen, daß die scheinbar leichtere Methode von Mohs so schnellen Eingang fand: aber lasse ich auch gern der Concinnität des Ausdrucks, der Schärfe der Bestimmung und der Eleganz der Figuren alles Lob widerfahren, naturgemäß ist die Darstellung schon deshalb nicht, weil sie auf Umwegen schwieriger Symbole ohne alle Deduction an die Sache tritt, welche durch die Weiß'sche Methode so unmittelbar einleuchtet. Nun hat zwar Naumann gleich nach Mohs vieles Krystallographische zu verbessern und zu erleichtern gesucht, es bleibt aber hier auch immer noch versteckt, was unmittelbarer heraus gekehrt sein sollte.

Wir müssen daher einfach zu den Axenausdrücken, zur Zonenlehre und ihrer Deduction zurückkehren. Letztere zu übersehen, ist eine Projection nöthig, die öfter beigefügt wird, und woraus meist der Axenausdruck unmittelbar folgt. Diese Projectionslehre ist pag. 33 vollständig dargestellt. Wer mehr darüber will, muß meine „Methode der Krystallographie" lesen, welche 1840 bei Osiander herausgekommen ist. Auch die Art mit der Projection zu rechnen wird pag. 50 auseinander gesetzt. Eine akademische Broschüre vom Jahr 1848 handelt darüber etwas weitläufiger, aber sie ist nicht in den Buchhandel gekommen. Doch stehen Freunden des Faches bei mir noch einige Exemplare zu Gebote. Neumann's Projectionsmethode ist am Ende pag. 662 kurz auseinander gesetzt. Uebrigens halte ich es auch für verfehlt, wenn Miller in England darauf abermals eine Bezeichnungsweise gründete. Das gibt immer nur wieder neue Schwierigkeiten.

In diesem Kampfe der Ansichten ist mir der Muth gewachsen, mit Nachfolgendem hervorzutreten. Das Ziel, was ich mir in chemischer, physikalischer und mathematischer Rücksicht stellte, war folgendes:

1) Jedes Mineral muß mit dem geringsten Aufwande chemischer Versuche und zwar schnell, erkannt werden.

Wenn die Mineralogie überhaupt eine wissenschaftliche Disciplin sein soll, so darf sie sich nicht ganz in das Schlepptau der Chemie nehmen lassen. Sie muß möglichst selbstständig ihren Weg verfolgen. Auch darf das nackte Wissen um den Stoff nicht ihr höchstes Ziel sein, wenn gleichwohl es bei allen irdischen Dingen das letzte ist. Der Mineraloge hat daher nicht nur den Reichthum der Stoffe in der Natur schlechthin aufzuweisen, sondern vor Allem die Art der Anhäufung ins Auge zu fassen, und durch kurze chemische Diagnosen zu bestimmen: welche letztern im Verein mit den übrigen Kennzeichen meist ebenso wenig irre leiten, als die strengste chemische Analyse. Die Ausführung der Analyse selbst gehört nicht in das mineralogische Gebiet. Doch ist es umgekehrt ungründlich, wenn man zu ihr schreitet ohne die mineralogischen Hilfsmittel erschöpft zu haben. Das macht so viele Analysen gänzlich unbrauchbar.

2) Die physikalischen Kennzeichen sollen von geschärften Sinnen aufgenommen, höchstens durch kleine Experimente unterstützt, sogleich zur naturhistorischen Erkennung führen.

Wir dürfen es zwar nicht verschmähen, die genauesten Bestimmungen über Härte, Gewicht, optische, magnetische, elektrische ꝛc. Eigenschaften, die der Physiker vom Fach oft mit dem größten Aufwand von Apparaten mühsam herausbrachte, aufzunehmen, aber immer doch nur zu dem Zweck,

um die Sinne dadurch zu schärfen, ein möglichst treues naturhistorisches Bild selbstständig auffassen zu lernen. Erst dadurch wird die Mineralogie zur besten Lehrmeisterin für die Beobachtungskunst überhaupt. Sie ist die nothwendige Schule, in welcher sämmtliche anorganische Körper zum weiteren Experiment geistig vorbereitet werden, ja man sieht es selbst den tüchtigsten chemischen und physikalischen Versuchen nicht selten zu ihrem Nachtheil gar zu deutlich an, wenn diese Vorschule nicht durchgemacht ist. Dabei kommt es nicht auf ein minutiöses Mehr oder Weniger in dem Abwägen der Eigenschaften an, sondern vielmehr auf die ganze Art des Totaleindrucks. Die Eindrücke berühren uns aber nicht, wenn wir ihren Werth nicht vorher tüchtig würdigen gelernt haben: so kann der Schimmer an irgend einem Punkte des Krystalls, das Dunkel- oder Hellwerden bei der Wendung einer Fläche 2c. augenblicklich auf die richtige Spur leiten, während alle andern Hilfsmittel, wenn auch die Exactität ihrer Ausführung noch so glänzend erscheint, höchstens auf Umwegen dahin führen. Es ist wahrlich kein geringer Vortheil, sogleich beim bloßen Anschauen eines Körpers, um die Möglichkeiten den engsten Kreis ziehen zu können. Aber das ist die Aufgabe der Mineralogie, die sie bereits mit vielem Glück gelöst hat.

3) Die krystallographischen Hilfsmittel dürfen gerade keine tieferen mathematischen Kenntnisse erfordern, die Zonenlehre und ein schnelles Winkelmessen mit dem Handgoniometer müssen in den meisten Fällen ausreichen.

Die Krystallographie könnte man eine verkörperte Mathematik nennen. Aber sie ist ohne Leben, wenn sie nicht über die verknöcherten Symbole hinausgeht, und zur Zonenlehre fortschreitet. Die Zonenlehre an der Hand der Projection gibt uns allein das tiefere Verständniß. Das ist eine so einfache Wahrheit, daß es verwundert, warum sie so lange um ihre allgemeine Anerkennung ringen muß. Es bedarf dabei nicht jener übermäßigen Genauigkeit im Winkelmessen, die vielen Arbeiten den Schein von Gründlichkeit gibt, sondern Augenmaß und Anschauung reichen hin, aber nur dann, wenn der Beobachter die für Manchen allerdings harte Uebungsschule einer gründlichen Projektionslehre durchgemacht hat. Die dadurch erworbene Fertigkeit im Erkennen der Krystalle ist der Segen, welcher die darauf verwendete Mühe reichlich lohnt. Und wenn überhaupt das Bewußtsein, eine Wissenschaft ergründet zu haben, den Geist erhebt und veredelt, so läuft hier noch ein practisches Interesse neben her. Denn es wird mit jedem Jahre klarer, daß nicht blos der chemische Gehalt,

sondern auch die krystallographische Form bei der Analyse der Stoffe eine wesentliche Rolle spielt.

Wie weit der Verfasser diesem Ziele nahe gekommen ist, hängt nicht blos vom Urtheil der Sachkenner, sondern auch der Anfänger ab, welche dem Buche sich zuwenden, um dadurch in das weitläufige mit vielen Schwierigkeiten durchwobene Gebiet eingeführt zu werden. Gar Manches wird als Ferment wirken, was endlich zu der Einsicht führen dürfte, wie Noth es thue, daß wir uns über eine gemeinsame Sprache einigen, die auch dem ferner stehenden Naturforscher die Formenlehre genießbar mache. An Figuren, die öfter Copien bekannter Werke sind, ist nicht gespart. Doch fehlt es auch nicht an neuen, wobei mir einer meiner jüngern Freunde, Hr. Dr. Oppel, behilflich war, dessen Talente im Wiedergeben von Formen ich schätzen gelernt habe. Bei der Darstellung wurde stets auf das Nützliche hingewiesen, und eine Form gewählt, die es dem Leser ermöglicht, wenigstens viele Capitel in laufender Rede zu genießen. Freilich kommen auch Punkte vor, die nicht ohne tieferes und wiederholtes Nachdenken selbst Kopfbrechen überwunden werden dürften: der Geübte wird sie hochschätzen, und dem Ungeübten bringen sie wenigstens keine Nachtheile, da zwischenhinein das Leichtere immer wieder ein Ganzes bildet.

Tübingen im November 1854.

Quenstedt.

Die Minerale

haben sich zwar dem Auge der Gelehrten des Alterthums nicht ganz entzogen, allein ihr Verständniß ist uns erst in heutiger Zeit geworden. Aristoteles (384—322 v. Chr.) wußte noch wenig davon. In seiner Metereologica III. 7 theilt er sie in „ὀρυκτά und μεταλλευτά (Steine und Erze), jene durch Dunst, diese durch Rauch entstanden." Das Wort ὀρυκτά gab seit Werner den geläufigen Ausdruck für die Wissenschaft: Oryctognosie. Aber gleich nach Aristoteles schrieb sein Schüler Theophrast (310—225 v. Chr.) ein besonderes kleines Buch περὶ τῶν λίθων, worin man viele Namen aus der Beschreibung wieder erkennt, wie Gyps, Obsidian, Sapphir (Lasurstein) ꝛc. Von besonderem Interesse ist die Frage, wann man zuerst auf Krystalle merkte. Dr. Marx (Geschichte der Krystallkunde. Karlsruhe 1825) zeigt, daß das Wort κρυστάλλος, bei Homer (Il. 22. 151, Od. 14. 477) Eis bedeutend, erst im Zeitalter des Plato auch für unsern Bergkrystall gebraucht wurde. Ohne Zweifel war die Wasserklarheit dieses Quarzes daran Schuld. Denn schon um Christi Geburt behauptet Diodorus Siculus (II, 52. pag. 163. Wess.) von den Krystallen Arabiens, sie beständen aus reinem Wasser, das nicht durch Kälte, sondern durch die Kraft eines göttlichen Feuers fest geworden sei. Seneca (Quaest. nat. 3. 25) sagt uns, daß der Krystall aus Eis entstehe. Wenn nämlich das himmlische Wasser, frei von allen erdigen Theilen, erhärte, so werde es durch die Hartnäckigkeit längerer Kälte immer dichter, bis es endlich nach Ausschluß aller Luft gänzlich in sich zusammengepreßt, und was vorher Feuchtigkeit war, in Stein verwandelt sei. Plinius der ältere († 79 n. Chr.) wiederholt dieß in seiner Historia naturalis lib. 33—37, hebt sogar einzelne Krystallformen etwas schärfer hervor. Doch sind seine Mineralbeschreibungen so unvollkommen, daß wir nur wenige mit Sicherheit deuten können. Der Namen aber sind uns viele überliefert und in unsern Compendien aufs Neue verwendet.

Nun trat eine große Lücke ein; zwar theilte der Araber Avicenna (980—1036 n. Chr.) die Minerale in 4 Klassen: Steine, brennliche Fossilien, Salze und Metalle. Allein er war Gelehrter und wurzelte nicht im Boden der Erfahrung. Diese mußte auf mühsamere Weise gewonnen werden. Der deutsche Bergbau brach dazu die Bahn.

Nach Keferstein (Geschichte und Litteratur der Geognosie. Halle 1840) beginnt schon im 6ten Jahrhundert ein reger Bergbau der Slaven und Wenden in Böhmen und Mähren, 920 wurde bereits der Kupferschiefer bei Frankenberg in Hessen, 935 der Erzstock des Rammelsberges bei Goslar entdeckt, im 12ten Jahrhundert das Erzgebirge von Sachsen in

Angriff genommen. Ohne mineralogische Kenntniß konnte ein solcher ausgedehnter Bergbau gar nicht stattfinden, allein die Bergleute schrieben nichts nieder, sie waren „Männer vom Leder, und nicht von der Feder". Wenn auch einiges den Gelehrten zu Ohren und Augen kam, wie dem Schwaben Albertus Magnus (1193—1280), der 5 Bücher de mineralibus et rebus metallicis schrieb, so sahen sie es doch immer im Spiegel alter Autoren.

Das Bergbüchlein, die erste deutsch geschriebene Mineralogie, schöpfte zuerst aus der reinen Quelle praktischer Erfahrung. Basilius Valentin, den man weiter nicht kennt, soll der Verfasser sein, aber wahrscheinlich haben mehrere daran gearbeitet. Doch waren es jedenfalls nicht classisch gebildete Bergleute, die etwa um das Jahr 1500 niederschrieben, was bis dahin die Erfahrung gelehrt hatte, denn sonst hätten sie nicht deutsch geschrieben! Neue, dem Alterthum unbekannte Namen, wie Quarz, Spath, Schiefer, Kies ꝛc. treten uns hier zum ersten Male entgegen, die wir dann wieder bei Agricola (1494—1555) de natura fossilium 1546 beschrieben finden. Dieser war Arzt zu Joachimsthal in Böhmen, wo er von Bergwerken rings umgeben reiche Kenntnisse sammeln konnte, die ihn beim Deuten alter Autoren leiteten. Werner nennt ihn den „Vater aller metallurgischen Wissenschaften" und allerdings beschäftigten ihn schon die Gestalt, Blättrigkeit, Härte, Schwere, Farbe, Glanz ꝛc. der Minerale in einer Weise, wie vor ihm keinen. Johann Kenntmann zu Torgau (1518—1568) heißt der erste Sammler in Deutschland, wozu ihn wahrscheinlich die Eislebischen Bergwerke veranlaßten und Conrad Gesner de rerum fossilium figuris Zürich 1565 liefert uns die ersten Abbildungen. Im 17ten Jahrhundert geschah zwar nicht sonderlich viel, doch verlor sich der erwachte Sinn für das Fach nicht wieder. Boetius de Boot schreibt eine Gemmarum et Lapidum historia 1609, leitet die Form der Krystalle von beigemischten Salzen ab, und sucht schon auf geometrischem Wege die Sechseckigkeit des Quarzes zu erklären. Besonderes Aufsehen erregte der Doppelspath, welchen der Däne Erasmus Bartholin (Experimenta Crystalli Islandici. 1669) auf Island entdeckte, durch seine doppelten Bilder. Bartholin bestimmte die ebenen Winkel der Rhomboeder-Flächen durch Messung zu 101° und 79°, und fand die Kante durch Rechnung 103° 40′. Schon früher hatte er eine Abhandlung de figura nivis 1661 geschrieben, worin er die Meinung des Cartesius vertheidigt: die Schneesterne entständen dadurch, daß sechs Wasserbläschen genau ein siebentes central gelagertes umgäben. Die Formen wurden von nun an Gegenstand gründlichern Nachdenkens. Der berühmte Huygens († 1695) maß die Doppelspathkante schon sehr genau auf 105°, und suchte den blättrigen Bruch zu erklären. Boyle († 1691) weist den blättrigen Bruch noch bei vielen andern Krystallen nach. Der Däne Steno, welcher in Italien lebte, hat durch sein Werk de solido intra solidum naturaliter contento 1669 Epoche gemacht. Er spricht beim Bergkrystall nicht blos von 6seitigen Säulen und 6seitigen Pyramiden an den Enden, sondern behauptet auch, daß trotz der Verziehung der einzelnen Theile eine Constanz der Winkel stattfinde (non mutatis angulis). Er zeigt weiter, daß man durch Abstumpfen eines Würfels sämmtliche Flächen des Eisenglanzes ableiten könnte, und weist die dreifache Streifung der Würfelflächen des

Schwefelkieses nach. So eilen einzelne Männer ihrer Zeit voraus! In der ersten Hälfte des 18ten Jahrhunderts machte besonders Henkels Pyritologia oder Kieß-Historie 1725 Aufsehen. Vielfache Erfahrungen hatten den praktischen Bergmann gelehrt, daß die Steine aus Wasser krystallisirten, die Metalle aber, und darunter besonders der Kieß („Hans in allen Gassen" pag. 733), aus erzführenden Dünsten entstünden. Allein es fehlt dem Werke noch wesentlich an systematischer Ordnung, ein Mangel, der auch bei Schröter (Vollständige Einleitung in die Kenntniß und Geschichte der Steine und Versteinerungen 1774) noch zu rügen ist, obgleich hierin vieles, was die Vorgänger über Steine wußten, in einer anziehenden Weise zusammengestellt wurde.

In der Mitte des vorigen Jahrhunderts sind bereits die Keime derjenigen drei Richtungen zu finden, die noch heute neben einander fortlaufen. Die krystallographische ist unter ihnen die älteste und naturgemäßeste. Zwar muß man ihre Anfänge in das 17te Jahrhundert setzen, doch war der berühmte Linné (1707—1778) der erste, welcher die Krystalle zum Eintheilungsgrunde nahm, das ist für jene Zeit kein geringer Ruhm, Systema naturae sive tria regna 1735. Imper. fol. Befangen in der alten Vorstellung, daß die Salze die Krystallbildner seien, nannte er sie geradezu die Väter, welche in den Gebirgsarten (Müttern) die Krystalle erzeugten. Er wählte nun unter den künstlichen Salzen einige Hauptformen heraus: *Muria*, das Kochsalz zeigte ihm den Würfel, deshalb setzte er die Würfel des Flußspathes dahin; Alumen, der Alaun das Oktaeder, daher war der Diamant ein Alumen adamas, aber auch der oktaedrische Flußspath war ihm ein Alumen! Nitrum, der Salpeter zeigte eine sechsseitige Säule, und nun wurden die Säulen des Quarzes, Kalkspathes ꝛc. dazu gesellt. Uebrigens unterscheidet er sehr gut drei Klassen: Petrae (Felsen), Minerae und Fossilia (Versteinerungen). Jedenfalls wurde Romé de Lisle (Essai de Cristallographie 1772, pag. XII) durch diese originelle Betrachtungsweise auf die Wichtigkeit der Krystalle geleitet. Dieser anspruchslose Mann brachte sich bald in den Besitz der reichsten Krystallsammlung, welche damals existirte. Er erkannte die Beständigkeit der Winkel, unterschied schon Grundformen von den abgeleiteten, und ließ sogar die Figuren in Thon und Holz modelliren, also Krystallmodelle machen. Ein Künstler Carangeot führte das aus, und kam dabei auf die Idee des Anlegegoniometer, weil ohne Winkelmaß die Modelle nicht richtig wurden. Die gewaltigen Fortschritte, welche de Lisle machte, zeigt seine Cristallographie ou déscription de formes propres à tous les corps du règne minéral. 1783. Aber um diese Zeit kam

René Just Hauy, geb. 1743 zu St. Just in der Picardie, † 1. Juni 1822 zu Paris, einer der größten Naturforscher seiner Zeit, der alle Mineralogen neben sich verdunkelte. Sein Essai d'une théorie sur la structure des cristaux erschien 1784. Schon der schwedische Chemiker Torbern Bergmann († 1784) hatte gefunden (Act. Upsal. 1773), daß man aus allen Kalkspathkrystallen eine Primitivform (forma primitiva) herausschälen könne, und leitete durch Aufschichtung dann die andern Flächen ab. Ohne davon zu wissen, kam Hauy auf die gleiche Idee: Théorie de la structure des cristaux 1784. Als er eines Tages bei Defrance eine Kalkspathdruse besichtigte, brach eine reguläre sechsseitige Säule mit Gradendfläche ab. Diese zeigte in

einer Endkante einen Blätterbruch, und Hauy brachte durch Versuche zu Hause glücklich ein Rhomboeder heraus. Jetzt lag der Gedanke nahe, daß durch Aufschichtung kleiner Rhomboederchen auf die Flächen der Kerngestalt andere Formen abgeleitet werden könnten. So verfiel er auf das Gesetz der Decrescenzen und alle die glänzenden Entdeckungen, welche seinen Namen verewigt haben. Nun konnten die Winkel nicht blos mit dem Anlegegoniometer gemessen, sondern auch berechnet werden, und diese Rechnungen führte er so scharfsinnig durch, daß in seinem Traité de mineralogie 1801 die Krystallographie ihrem Inhalte nach als eine fest abgeschlossene Wissenschaft dasteht, wenn auch ihre Form in Deutschland später ein ganz anderes Gewand bekam. Freilich waren nur talentvolle mathematische Köpfe befähigt, sie zu lesen, aber diese legen noch heute das Buch nicht ohne Verwunderung aus den Händen. (Die 2te Auflage 1822 blieb schon gegen ihre Zeit zurück.) Daraus läßt sich allein erklären, warum die Franzosen bis heute die Methode nicht ganz verlassen haben.

Die chemische Richtung ging ebenfalls von Schweden aus. Schon Wallerius (Mineral-Riket. 1747) stellt die Stoffe an die Spitze, vor allem aber brach Axel von Cronstedt (1722—1765) Berghauptmann in Stockholm die Bahn. Sein „Försök till Mineralogie“ erschien 1758. Hier wurde das Löthrohr zuerst angewendet, aber nicht genannt, doch beschreibt es Engström 1765 in der englischen Uebersetzung. Von da an kam es dann durch Bergmann und Jahn in den weitesten Gebrauch. Cronstedt stellt jeder Klasse und Ordnung die chemischen Kennzeichen voran, überhaupt zeichnet sich sein Büchelchen so vortheilhaft durch Kürze und Schärfe aus, daß er sich „weit über sein Zeitalter erhob.“ Nachdem nun durch Vauquelin und Klaproth (Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper. 6. Bd. 1795—1815) eine Menge trefflicher Analysen gewonnen waren, trat die Wichtigkeit der Chemie für Mineralogie immer in ein helleres Licht.

Den naturhistorischen Weg, gegen dessen Popularität die beiden genannten weit zurückblieben, eröffnete Abraham Gottlob Werner, 25. September 1750 zu Wehrau in der Oberlausitz geboren, 30. Juni 1817 zu Dresden gestorben (Lebensbeschreibung A. G. Werner's von Dr. Frisch 1825). Gleich seine erste kleine Schrift „von den äußerlichen Kennzeichen der Fossilien“ 1774 zeigt die Größe des aufgehenden Sternes. Welche Klarheit und Bestimmtheit im Ausdruck, und welch feiner Sinn für Auffassung der Kennzeichen, verbunden mit logischer Ordnung! Die Kennzeichen selbst werden in vier Abtheilungen gebracht: äußere, innere, physikalische und empirische, darunter spielen aber die äußern, welche „zu ihrer Aufsuchung nur allein unsere Sinne nöthig haben“, die Hauptrolle. Denn ein Messer, Feuerstahl und Feile zur Prüfung der Härte, ein Magnet, ein Vergrößerungsglas und ein Fläschchen mit Scheidewasser bildeten sein mineralogisches Besteck. „Will man dazu noch ein Löthröhrgen thun, um damit in der Geschwindigkeit einige kleine Feuerversuche mit Fossilien anstellen zu können, so ist man zum Ueberfluß versehen.“ Die Farbe ist das erste, was in die Sinne fällt. 2) Der Zusammenhang (cohaesio): hier wird dann auch der regelmäßigen Gestalten oder Cristallisationen gedacht, sie werden treulich

und oft sehr naturgemäß beschrieben, doch war Werner nicht Mathematiker und konnte daher auch zur tiefern Kenntniß nichts beitragen, dagegen wird der Glanz, Bruch, Strich, Härte, Klang ꝛc. in der besten Weise hervorgehoben. Auch das Anfühlen, die Kälte, die Schwere, selbst der Geruch und der Geschmack müssen zur Vervollständigung des Bildes beitragen. Ostern 1775 bekam er schon einen Ruf als Lehrer der Mineralogie und Bergbaukunst an die Bergakademie von Freiberg, wo er 42 Jahre mit einem Erfolg wirkte, wie sich nur Wenige rühmen können. Anfangs wurden Mineralogie und Bergbaukunst bei den Vorträgen vereinigt gelassen, doch schon im nächsten Jahre trat das Bedürfniß der Trennung ein. Etwa um 1779 schied er auch die Gebirgslehre, welche er in einer erweiterten Form zum ersten Male 1785 unter dem Namen G e o g n o s i e las, während schon 1780 die Mineralogie in ihrer Abgränzung gegen die Gebirgslehre vorgetragen wurde. Leider hat Werner wenig geschrieben, bei seinen Vorlesungen legte er Cronstedt's Försök till Mineralogie zu Grunde, von der er 1780 den ersten Theil übersetzt und vermehrt herausgab. Sein vollständiges System schrieb zuerst Emmerling (Lehrbuch der Mineralogie 1793), aber gegen seinen Willen, später mit seinem Willen Hoffmann (Handbuch der Mineralogie 1811—13), fortgesetzt von Breithaupt 1815—17). Am Ende des 4ten Bandes findet sich „Werner's letztes Mineralsystem" 1817, das sich nach seinem Tode unter seinen Schriften fand. Es enthält 317 meist wohl begründete Arten. Auf den Schultern dieses berühmten Lehrers erhoben sich die Mineralogen unseres Jahrhunderts. Sein „vorzüglichster Schüler" war

C h r i s t i a n S a m u e l W e i ß, geboren 26. Febr. 1780 zu Leipzig, also in demselben Jahre, wo zum ersten Mal auf einem deutschen Lehrstuhle die Mineralogie in ihrem selbständigen Inhalte vorgetragen wurde. Er ging bald über Werner hinaus und Hauy zog ihn an, den er in Paris aufsuchte, und dessen Lehrbuch er übersetzte (1804—1810) und mit einzelnen Anmerkungen versah. Eine merkwürdige Abhandlung über die „dynamische Ansicht der Krystallisation" finden wir I. pag. 365. Weiß polemisirt hier gegen die atomistische Lehre Hauy's, und weist nach, daß nicht blos den Flächen der Kerngestalt Blätterbrüche parallel gehen, sondern daß auch den sekundären ein versteckter Durchgang der Blätter entspreche, daß mit einem Worte die Blätterbrüche das ganze Innere des Krystalls beherrschen. Die Blätterbrüche selbst hiengen von gewissen „Krystallisationsrichtungen" ab, welche im Innern des Krystalls wirken. Der Feldspath (Hauy Mineral. II, 711) wurde bereits 1804 in seiner richtigen Stellung erkannt, und der Zusammenhang seiner Flächen nach Zonen gruppirt! Ja bei dem schon damals richtig gedeuteten Epidot (III, 141) steht klar ausgesprochen, daß durch das Fallen einer Fläche in zwei Zonen ihre Lage geometrisch bestimmt sei (1806). Hierin liegen offenbar die Keime für die spätere Deductionslehre. 1808 zum ordentlichen Professor der Physik nach Leipzig berufen, wird bereits in einer lateinischen Dissertation, de indagando formarum crystallinarum charactere geometrico principali 1809, die neue Anordnung der Krystalle auseinander gesetzt. Wir finden nicht nur die Bedeutung der Axen hervorgehoben: axis vero linea est omnis figurae dominatrix, circa quam omnia aequabiliter sunt disposita. Eam omnia spectant, eaque quasi communi vinculo et com-

muni inter se contactu tenentur, sondern das ganze System in seinen Grundzügen angedeutet; die Hauy'schen Primitivformen werden auf das reguläre Oktaeder, Rhomboeder und Diheraeder, Quadrat- und Oblong-oktaeder zurückgeführt, nur Feldspath, Epidot, Gyps rc. nicht untergebracht, sondern auf eine spätere Behandlung verwiesen, als zu den genannten vier Systemen nicht gehörig. Endlich erschien die „übersichtliche Darstellung der verschiedenen natürlichen Abtheilungen der Krystallsysteme" in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften 1815: 1) reguläres, 2) viergliedriges, 3) zwei und zweigliedriges, 4) zwei und eingliedriges, 5) ein und eingliedriges, 6) sechsgliedriges nebst drei und dreigliedrigem System werden unterschieden, und beim regulären das Tetraedrische und Pentagondodekaedrische hervorgehoben. Damit war der wundervolle Bau der Krystalle in seinen Grundgesetzen erkannt. Eine Reihe monographischer Abhandlungen, welche nun alljährlich in jenen akad. Schriften folgten, haben uns mit den tiefern Verhältnissen bekannt gemacht. Prof. Neumann in Königsberg (Beiträge zur Krystallonomie 1823) trat in die Fußtapfen seines Lehrers, und zeigte, wie man die Zonen und Richtungen in einem Bilde durch eine besondere Art von Projektion deutlich machen könne. Wie großen Werth der Lehrer selbst auf solche Art der Darstellung legte, dieß zeigen seine Arbeiten seit dem Jahre 1834, wo durch eine Projektionsfigur der Darstellung stets ihre letzte Vollendung gegeben wird. Es ist dieß der einzige wahre Weg zur Erkenntniß der Sache. Das wird man um so mehr erkennen, je mehr wahre mineralogische Bildung überhaupt Wurzel schlägt.

Während so die mathematische Richtung, ich möchte sagen, zum Abschluß kam, waren die Chemiker überaus thätig, auch ihrerseits das Nöthige beizutragen. Genaue Untersuchungen lehrten, daß die Stoffe nach bestimmten Aequivalentzahlen sich untereinander verbinden, Berzelius führte daher geradezu für jedes Element ein Symbol ein. So konnte dann die Zusammensetzung eines Minerals durch eine chemische Formel ausgedrückt werden. Diese Formeln werden freilich vielfach mißbraucht, daß aber im Ganzen die Sache dadurch gefördert wurde und wird, wer wollte das läugnen. Berzelius (Journ. Chem. et Phys. Bd. XV) selbst stellte schon im Jahre 1815 ein vollständiges chemisches Mineralsystem nach seinem electro-chemischen Princip auf, freilich auf Kosten aller naturhistorischen Verwandtschaften. Dem Chemiker, der die Minerale blos der Kenntniß der Stoffe wegen studirt, mag eine solche Zusammenstellung willkommen sein, der Mineralog sehnt sich aber immer wieder nach einem naturhistorischen Bande. Auch sind die Chemiker trotz ihres festen Princips unter sich ebensowenig einig geworden als die andern. Eines der letzten stammt von Gustav Rose (das crystallo-chemische Mineralsystem 1852), der sich immer mit Vorliebe der chemischen Richtung zuwendet, worin er so viel geleistet hat. Die chemischen Formeln gewannen sehr an Einfachheit, seit Prof. Fuchs darauf aufmerksam machte (Schweigger's Journ. für Chem. 1815. XV, 382), daß gewisse Stoffe andere vertreten könnten. Daraus entstand dann der Isomorphismus von Prof. Mitscherlich (Abh. der Berliner Akad. 1818. 428). Nimmt man dazu noch die Fortschritte, welche „durch die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie (1ste Aufl. 1821, vierte 1844)" von Berzelius gemacht sind, so

kann man sich nicht wundern, daß über die Mineralanalysen allein umfangreiche Werke erscheinen, wie das Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie von Rammelsberg. 1841, mit 5 Nachträgen. Demungeachtet darf der Mineraloge vom Fach, wenn er seinen Blick nicht trüben will, die Chemie nur als Helferin betrachten, die ihm beispringt, wenn seine andern Mittel nicht mehr ausreichen. Endlich ist auch

die naturhistorische Richtung schärfer ausgebildet, insonders von solchen, die weder mit chemischen noch mathematischen Kenntnissen ausgerüstet den populärsten Mittelweg suchten. Vor allem war es Mohs, dessen Talent in dieser Beziehung Bahn brach, der aber leider auch auf Nebendinge ein ungebührliches Gewicht legte. Schüler und Nachfolger Werner's lieferte er schon 1804 „van der Null's Mineralienkabinet, geordnet und beschrieben" in 3 Bänden, hält sich darin aber durchaus auf dem Werner'schen Standpunkte. Wichtiger „die Charakteristik des naturhistorischen Mineralsystems. Dresden 1820 (2te Aufl. 1821)" und besonders der „Grundriß der Mineralogie. 2 Bde. 1822—24, ins Englische übersetzt (Treatise on Mineralogie 1825) von Haidinger, woran die Krystallzeichnungen auch namentliches Verdienst haben. Mohs vernachläßigt das Chemische und hält sich mehr an äußere Kennzeichen, stellt unter andern eine Härteskala auf, und bei den Krystallen faßt er Grundformen auf, legt ein Hauptgewicht auf die Reihen der stumpfern und schärfern Körper, die in seiner Bezeichnung eine Hauptrolle spielen. Doch ist sein Krystallsystem ganz dem von Weiß entnommen (Edinb. phil. Journ. 1823. VIII, pag. 103 u. 275), nur schloß er sich den schärfern Messungen an, welche seit der Erfindung des Reflexionsgoniometer durch Malus 1809 möglich geworden waren. Bei den Messungen war ihm besonders Haidinger behülflich, und es stellte sich heraus, daß die zwei und eingliedrigen und ein und eingliedrigen Systeme schiefwinklige Axen haben müßten, die Mohs zuerst in seinem Grundriß (2ter Band pag. VI) anführt. Allein schon Kupfer (Pogg. Ann. 1826. Band 8. pag. 75) zeigte, daß man die „Abweichung" vom rechten Winkel öfter meiden könne, und jedenfalls verdienen wenigstens die Axen, welche sich den rechten möglichst nähern, vor den willkührlich schief angenommenen den Vorzug. Denn die Einfachheit der Axenausdrücke kann in solchen Fällen doch nicht allein entscheiden, sonst könnte man unter Umständen den allerschiefsten Stellungen den Vorzug geben wollen, wie die Zonenlehre beweist. Haidinger, der berühmteste Schüler von Mohs, wandte sich mit Vorliebe und großem Glück auch dem physikalischen Theile zu, wie seine vielfachen interessanten Arbeiten über Dichroismus ꝛc. beweisen (Poggendorf's Annalen 65. 1; 68. 305; 71. 321). In seinem Handbuche der bestimmenden Mineralogie, Wien 1845, ist der allgemeine Theil ausführlich behandelt, der specielle kommt aber zu mager weg, die übermäßige Concinnität führte Mohs und seine Schüler zu solchen Unbequemlichkeiten. Der Veteran unter den heutigen Mineralogen, Hausmann in Göttingen, hat den Reichthum seiner vieljährigen Erfahrungen in seinem Handbuch der Mineralogie, Göttingen 1828 u. 1847, auf eine interessante Weise niedergelegt, besonders belehrend sind die litterarischen Ausweise, leider führt er aber auch wieder eine besondere krystallographische Sprache. Reich an Litteratur ist auch Leonhardt's Handbuch der Oryktognosie. Heidelberg 1826.

C. F. Naumann in Leipzig erwarb sich durch sein gediegenes Lehrbuch der Mineralogie, Berlin 1828, das freilich in Mohs eine wesentliche Stütze fand, und durch sein Lehrbuch der reinen und angewandten Krystallographie, Leipzig 1830, einen solchen mineralogischen Ruf, daß nicht blos seine Elemente der Mineralogie, Leipzig 1846, jetzt schon die dritte Auflage erlebten, sondern auch die meisten deutschen Mineralogen sich seiner Methode zuwenden. Leider ist sie zu abstrakt mathematisch, aber könnte man einiges unnöthige Beiwerk abstreifen, so würde sie der Methode des Meisters in der Krystallographie ziemlich nahe treten. Daß dieses baldigst geschehe, dazu möge Nachfolgendes mit beitragen helfen, denn Eines thut vor allem Noth: eine gemeinsame krystallographische Sprache! Um diesen Preis würde ich mich auch zu verbesserten Symbolen verstehen, aber nur zu solchen, die in den Axen unmittelbar ihren Grund finden.

Structurlehre.

Das Mineralindividuum, wie es Pflanzen und Thieren gegenübersteht, ist der Krystall. Derselbe wird nicht blos von Ebenen begränzt, sondern den äußern Ebenen gehen immer mehr oder weniger deutliche Blätterdurchgänge (Blätterbrüche [1]) parallel, welche das ganze Individuum beherrschen. Die deutlichen Blätterbrüche geben sich beim Schlage durch einen spiegelglatten Sprung kund, der für die Bestimmung der Substanz von größter Wichtigkeit ist, und zugleich das wesentlichste Unterscheidungsmerkmal von der organischen Schöpfung liefert. Mit ihrer Betrachtung muß umsomehr begonnen werden, als sie uns in ein Gebiet führt, das der Anschauung den reichsten Stoff bietet und das vernachläßigt bei vielen Zweigen der Naturwissenschaften sich bitter straft.

Betrachtung eines Blätterbruchs.

Nimmt man ein Stück Glimmer oder Talk, so kann man durch schnelles Zerbrechen davon so dünne Scheiben ablösen, daß sie im reflectirten Lichte rothe, selbst blaue Regenbogenfarben zurückwerfen, wie die feinsten Glasblasen. Schon Hauy berechnete die Dicke dieser Blättchen auf weniger als $\frac{1}{600000}$ Zoll. Trotz der Leichtigkeit, mit welcher man die Blätter von einander trennt, bilden sie doch zusammen eine compakte ungesonderte Masse, die Sonderung tritt erst mit dem Schlage oder Drucke ein. Der Glimmer wird in dieser Hinsicht von keinem andern Mineral an Deutlichkeit übertroffen; man kann etwa folgende Stufen unterscheiden:

a) Glimmerbruch, Maximum von Perlmutterglanz. Blätterzeolith, Gyps nähern sich ihm.

b) Topasbruch läßt sich selbst an diesem harten Edelstein noch leicht darstellen, steht aber dem Gyps schon entschieden nach. Kalkspath, der erste Feldspathbruch zeigt gleiche Deutlichkeit.

c) Apatitbruch läßt sich noch gut darstellen und leicht durch seinen Glanz erkennen. Der Flußspath, der 2te Feldspathbruch, der Schwerspath und andere sind meist noch etwas deutlicher, stehen aber dem Topasbruch entschieden nach.

d) Beryllbruch liegt schon recht versteckt, er kann daher nicht mehr als wichtiges Merkmal genommen werden, obgleich man ihn zumal beim Kerzenlicht nicht übersehen kann.

---

1) Später hat man diese Eigenschaft auch Theilbarkeit genannt, allein theilbar ist alle Materie und nicht blos der Stein; ebensowenig paßt Spaltbarkeit, denn spalten kann man auch Holz. Wozu diese Verschlechterung des Ausdrucks, wenn seit Jahrhunderten der bessere schon gäng und gebe war.

e) Quarzbruch ist noch versteckter, und kaum wahrzunehmen, durch Erhitzen und plötzliches Abkühlen läßt er sich aber noch darstellen. Von praktischem Nutzen ist diese Eigenschaft jedoch nicht mehr. Und wie wir schon angeführt haben, so geht wahrscheinlich jeder Fläche eines Krystalls irgend ein Grad von Blätterdurchgang parallel.

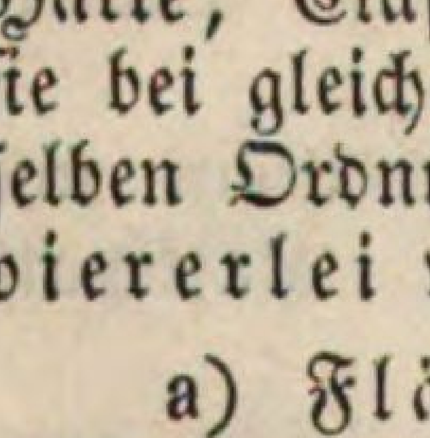
Mathematisch haben wir an solchen blättrigen Platten, wie Glimmer, Gyps, Topas ꝛc. nichts festzuhalten, als daß rings um die Platte der Raum noch nicht geschlossen und nur nach einer Richtung eine der Dicke nach sehr variable Gränze stattfindet. Ob dick oder dünn, der Parallelraum (Krystallraum) zwischen den beiden Spiegeln ist für uns immer der gleiche. Dieses veränderliche Element macht dem Anfänger viel zu schaffen, es muß gleich von vorn herein durch die Art der Darstellung besiegt werden.

Betrachtung zweier Blätterbrüche.

Sie bilden stets eine vierseitige Säule (Prisma) mit vier Flächen und vier Kanten. Die Kanten sind alle untereinander parallel (bilden eine Zone), die Flächen zu je zwei liegen einander gegenüber. Auch von den Kanten stehen die abwechselnden gleichen sich gegenüber. Durch Verrücken der Blätterbrüche (wenn sie dicker oder dünner werden) wird keine der Parallelitäten gestört, auch die Neigung der Flächen in den Kanten (Kantenwinkel) nicht. Parallelität und Winkel bleiben also constant, nur die Flächenbreite variirt. Flächen und Kanten nennt man die Glieder der Säule. Die Säule ist bereits nach zwei Dimensionen geschlossen, aber variabel dick, nur nach einer noch offen. Die gegenüber liegenden Winkel (aa und bb) sind einander gleich, und da $a+b=2R$, so ist die Säule durch einen gemessenen Winkel bestimmt, die Messung muß aber bekanntlich in einer Ebene stattfinden, die auf einer (und folglich auf allen vier) Kanten senkrecht steht (Querschnitt).

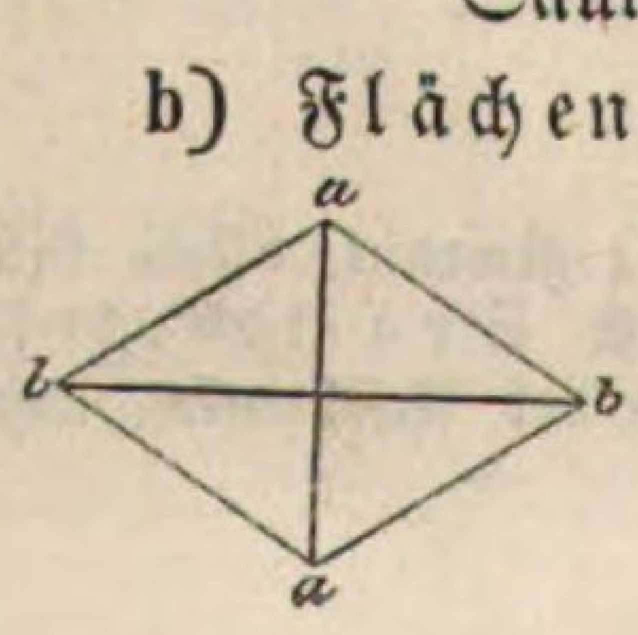
Die Eintheilung kann nur nach dem Princip der Gleichheit und Ungleichheit gemacht werden: Flächen sind aber gleich, wenn sie gleiche physikalische Beschaffenheit haben: Blätterdurchgang, Glanz, Streifung, Härte, Elasticität ꝛc. muß die gleiche sein; Kanten sind gleich, wenn sie bei gleicher Zahl von Graden durch gleiche Flächen (und zwar in derselben Ordnung) erzeugt werden. Nach diesen Principen kann es nur viererlei vierseitige Säulen geben:

a) Flächen und Kanten gleich: Quadratische Säule.



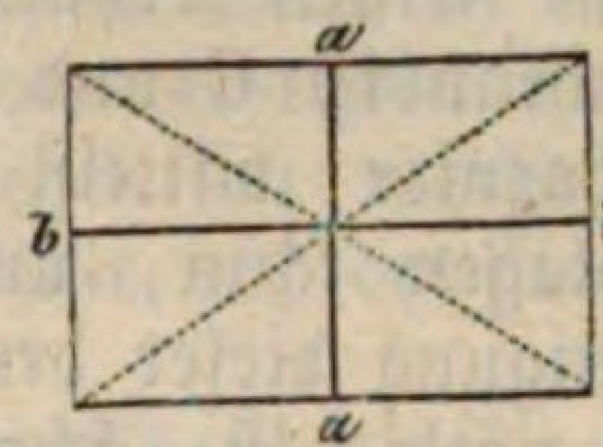
Wenn man sie in Holz schneidet, so macht man die Seiten congruent, dann ist der Querschnitt ein Quadrat, folglich sind die Kanten sämmtlich rechte Winkel. Es gibt unter den deutlich blättrigen Brüchen keine recht guten Beispiele: Rutil, Zirkon, Skapolith ꝛc. In der Natur ist freilich die Säule auch meist verzogen.

b) Flächen gleich und Kanten ungleich: Rhombische Säule.

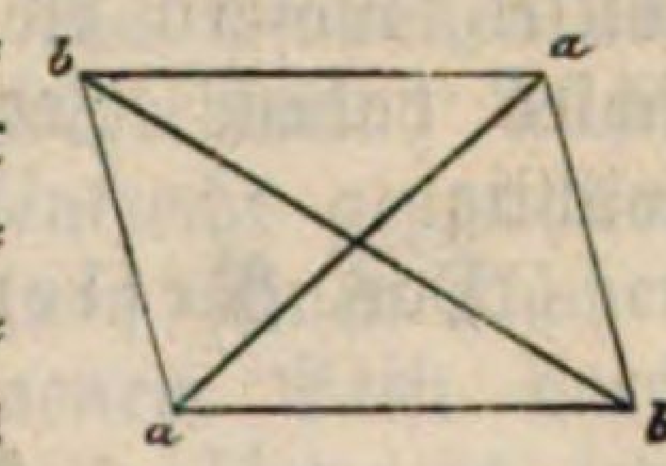


Man schneidet die Flächen gewöhnlich congruent, dann ist der Querschnitt ein Rhombus mit zwei stumpfen und zwei scharfen Winkeln. Hornblende. Schwerspath.

c) Flächen ungleich und Kanten gleich. Oblonge Säule. Die eine Fläche dehnt sich mehr in die Breite als die andere, und da die Winkel rechte sein müssen, so ist der Querschnitt ein Oblongum: Feldspath und Euklas liefern im 2+1gliedrigen, Strahlzeolith und Olivin im 2+2gliedrigen Systeme gute Beispiele.



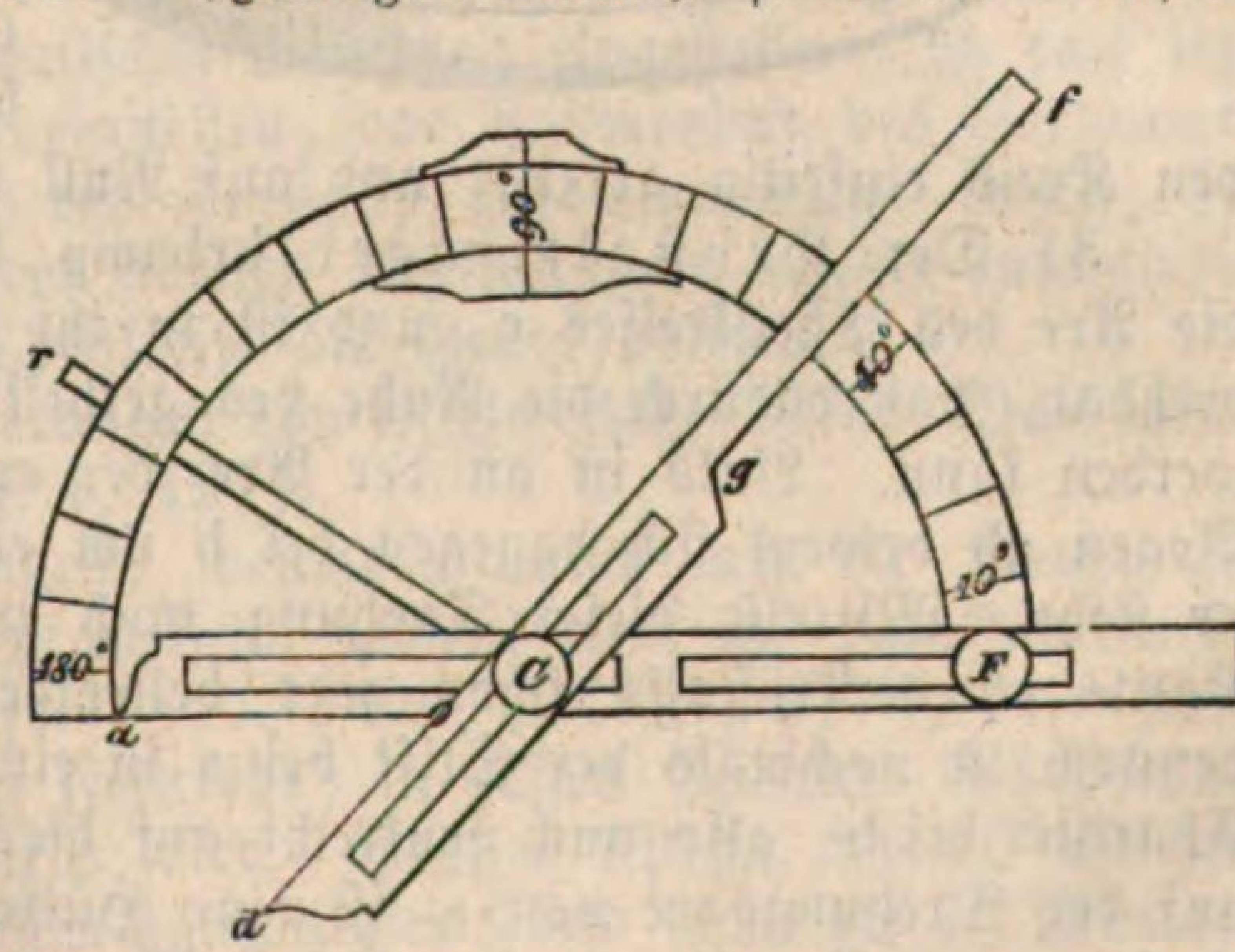
d) Flächen und Kanten ungleich: Rhomboidische Säule. Hier ist alles ungleich, folglich der Querschnitt ein Rhomboid: Cyanit, Epidot, der muschelige und faserige Bruch des Gyps liefern gute Beispiele. Uebrigens kommt diese Säule immer vor, wenn sich zwei ungleiche Flächen irgendwo schneiden.



Man macht sich die Sache leicht an den beistehenden Querschnitten klar: die quadratische Säule hat rechtwinklige und gleiche Axen (Diagonalen), die rhombische rechtwinklige und ungleiche Axen; die oblonge schiefwinklige und gleiche, doch kann man durch den Mittelpunkt auch rechtwinklige ungleiche ziehen; die rhomboidische schiefwinklige und ungleiche, auch sind gar keine rechtwinkligen Axen möglich. In der Natur beobachtet man meist nur eine Kante der Säule: sind in dieser Kante die Flächen gleich und rechtwinklig, so ist sie quadratisch; gleich und schiefwinklig, rhombisch; ungleich und rechtwinklig, oblong; ungleich und schiefwinklig, rhomboidisch.

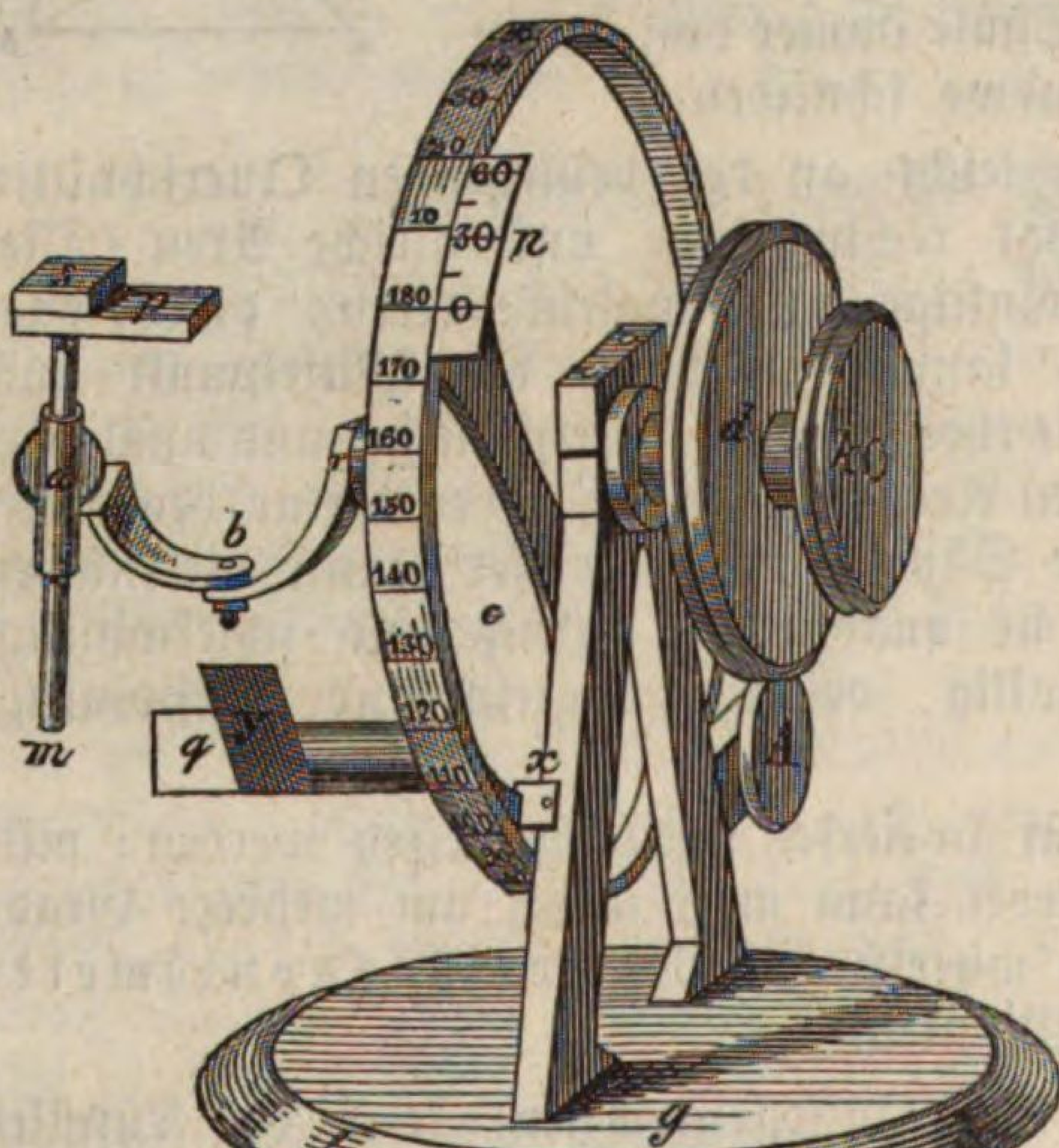
Der Säulenwinkel kann auf zweierlei Weise gemessen werden: mittelst des Anlegegoniometer, hierbei kann man jedoch um mehrere Grade irren, dagegen nähert man sich mittelst des Reflexionsgoniometer der Wahrheit bis auf wenige Minuten.

Das Anlegegoniometer (Handgoniometer) fand der Künstler Carangeot, welcher Modelle machte. Hauy hat es dann noch etwas verbessert. Dasselbe besteht aus einem gradirten Halbkreise (Rapporteur), in dessen Centrum C sich zwei Alhidaden befinden. Die eine df ist um C beweglich, die andere aF steht fest. Will man nun einen Kantenwinkel messen, so legt man die Kantenlinie senkrecht gegen die Ebene des gradirten Halbkreises, und liest nun den Winkel an der Linie fg der beweglichen Alhidade ab. Denn da die Linie fg über g hinaus verlängert genau in das Centrum C trifft, und da ao dem Durchmesser von Null nach 180° und do dem Radius fg parallel gehen, so muß der Kantenwinkel aod in unserm Falle 46° haben, was die Alhidade zeigt. Der Nullpunkt liegt im Mittelpunkte der Schraube F, er ist nicht angezeigt, da wegen der Breite der Alhidadenarme überhaupt nur Winkel bis auf 15° Größe gemessen werden können.



Um kleinen Krystallen leichter beizukommen, sind beide Alhidaden in den Schrauben C und F verschiebbar, auch hat der Halbkreis bei 90° ein Charnier, mittelst welchem man die linke Hälfte von 90°—180° zurückschlagen kann, um so in die Krystalldrusen hineinzulangen. Zur Befestigung dieser beweglichen Hälfte dient daher noch ein Arm Cr. Wenn es nöthig ist, schnell an Krystallen sich durch die Größe der Winkel zu orientiren, so liefert das Carangeot'sche Goniometer ein sehr gutes Hilfsmittel, wofern die Winkel von einander wenigstens einige Grade Unterschied haben. Jedenfalls ist es zur Verfertigung der Holzmodelle sehr wichtig.

Das Reflexionsgoniometer erfand Wollaston (Phil. Trans. 1809. pag. 253). Es gehört einige Uebung dazu, sich seiner zu bedienen, liefert dann aber auch viel schärfere Resultate. Wir unterscheiden viererlei:



1) Das Gestell g ist unbeweglich, kann bei complicirten auch wohl durch eine Schraube nivellirt werden. Oben vorn ist daran ein Nonius n befestigt, welcher mit seinem Nullpunkt die Grade anzeigt.

2) Der getheilte Kreis c ist am Gestell vertikal befestigt und kann mittelst der Scheibe d um seine Axe mit allem was daran hängt gedreht werden. Aber nur nach einer Richtung (nach vorn) hin, indem unten bei x eine Feder einschnappt, den Kreis einseitig arretirt und auf Null stellt.

3) Der Krystallträger krbamp durchbohrt mit seiner Axe kr die Axe des Theilkreises c, und ist in ihr mittelst der Scheibe k so leicht drehbar, daß dadurch die Ruhe des getheilten Kreises selbst nicht gestört werden kann. Links ist an der Axe der erste Bogen rb fest, der zweite Bogen ab bewegt sich dagegen bei b um eine Axe, die senkrecht auf Axe kr steht. Mittelst dieser Drehung nach zwei Zonen kann ich zwar der Kante eines Krystalls schon jede beliebige Richtung im Raume geben, dennoch ist nochmals der Stift bei a in einem kurzen Gelenk parallel dem Charnier bei b, also auch senkrecht auf die Axe kr, beweglich. Senkrecht auf der Drehungsaxe von a ist eine Hülse befestigt, worin ein Stift m läuft, an dessen Ende eine kleine Platte p haftet, die senkrecht gegen die Axe des Stiftes m steht, und worauf der Krystall mit Wachs geklebt wird. Daneben liegt ein kleiner Spiegel s, der Platte p parallel. Da dieser ganze Apparat krbamps eine selbständige Bewegung hat, so kann ich den Krystall in jede Lage bringen.

4) Der Sextantenspiegel qy (Degen, Pogg. Annal. 27. 687), am Hinterfuße des Gestells befestigt, läßt sich um eine Axe A parallel

der des Theilkreises drehen; q ist der schwarze Spiegel, in welchem man einen horizontalen Fensterrahmen oder eine noch fernere Horizontallinie mit dem Auge fixirt, y die senkrecht neben dem Spiegel sich erhebende Blendung, die das Auffinden der im Spiegel fixirten Linie auf der Fläche des Krystalls erleichtert.

Wer einmal mit diesem vortrefflichen Instrumente gemessen hat, wird alle andern in den verschiedenen Lehrbüchern beschriebenen unpraktischer finden.

Das Messen. Die größte Schwierigkeit bildet das Einstellen des Krystalles. Gewöhnlich geschieht das durch Hin- und Herprobiren. Allein sobald an unserm Instrument der Spiegel s genau senkrecht gegen den Stift m steht, so darf ich nur den Krystall mit einer seiner Flächen parallel demselben aufkleben, was bei herausgenommenem Stift durch Einspiegeln mit s sehr leicht bewerkstelligt werden kann. Fixire ich jetzt den Fensterrahmen auf der Krystallfläche, so wird er mit dem Bilde des Spiegels q im Allgemeinen nicht parallel gehen, diese Parallelität ist aber sogleich durch Bewegung des kurzen Charnieres a hergestellt, wovon man sich durch Drehung an der Scheibe k überzeugt, indem man die Rahmen zum Decken bringt. Dieses Einspielen ist der Beweis, daß Spiegel und Krystallfläche der Drehungsaxe kr parallel gehen. Da nun aber der Stift m bei dieser Stellung senkrecht gegen die Krystallfläche steht, so muß er auch senkrecht gegen kr stehen, und wenn man jetzt den Krystall um die Axe des Stiftes m dreht, so wird die Parallelität der Fensterrahmen nicht gestört, was zu gleicher Zeit wieder ein Beweis ist, daß der Spiegel s senkrecht gegen den Stift steht. Ist dieß geschehen, so drehe ich mit der Drehscheibe k die zweite Fläche dem Auge zu, sie wird das Bild des Rahmen nicht mit dem Spiegelbilde parallel stehen lassen, allein durch die Drehung des Stiftes m ist die Parallelität sogleich hergestellt. Da nun durch diese Drehung die erste Fläche nicht aus ihrer Parallelität mit der Axe kr der Drehscheibe herauskommen kann, so ist der Krystall mit mathematischer Sicherheit eingestellt. Ich darf jetzt nur das Instrument auf Null einstellen, das Rahmenbild des Sextantenspiegels mit dem einer Fläche des Krystalls zusammenfallen lassen, sodann bei d drehen und auf der zweiten Krystallfläche wieder zusammenfallen lassen, und auf dem Theilkreise die Grade ablesen.

Ueber verschiedene Abänderungen von Mitscherlich, Mohs, Babinet ꝛc. siehe Dufrenoy (Traité Minér. I, 192).

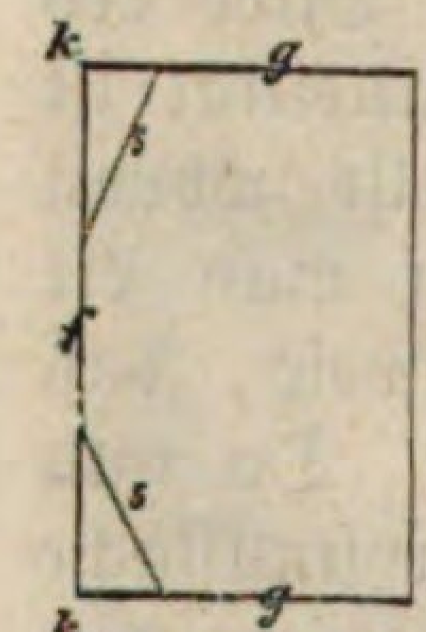
Für feinere Untersuchungen, besonders auch um die Brechungscoefficienten der Lichtstrahlen zu messen, bedient man sich des Goniometer von Charles (Ann. chim. phys. 1850. 3 Ser. XXVIII, 177), oder eines Theodolithen mit excentrischem Fernrohr, in dessen Centrum das Prisma oder der Krystall aufrecht gestellt wird. Heusser (Pogg. Annal. 87. 455) arbeitete mit einem solchen, dessen horizontaler Kreis direkt bis 10 Minuten getheilt war, durch Nonien konnten 10 Sekunden noch abgelesen, 5 mit ziemlicher Sicherheit geschätzt werden. Da ferner mit diesem Instrumente der doppelte Winkel gemessen wird, so wird dadurch der etwa gemachte Messungsfehler halbirt, und die Schärfe möglicher Weise auf $\frac{5}{2}'' = 2\frac{1}{2}$ Sek. geführt.

Hat man sich nun durch Messung überzeugt, ob die Kante 90° oder nicht habe, so weiß ich erst, ob die Säule gleichwinklig (quadratisch oder

oblong) oder ungleichwinklig (rhombisch oder rhomboidisch) war. Die weitere Bestimmung folgt lediglich aus der physikalischen Beschaffenheit der Flächen, die man entweder mit bloßem Auge beurtheilt, oder wozu man sich folgender drei Sätze bedient:

Erster Grundsatz. Tritt zu einer Säule eine dritte Fläche, so muß diese die gleichen Glieder in gleicher, und die ungleichen in ungleicher Weise treffen. Man kann den Satz auch umkehren, aber der rechte Winkel erleidet Ausnahmen. Habe

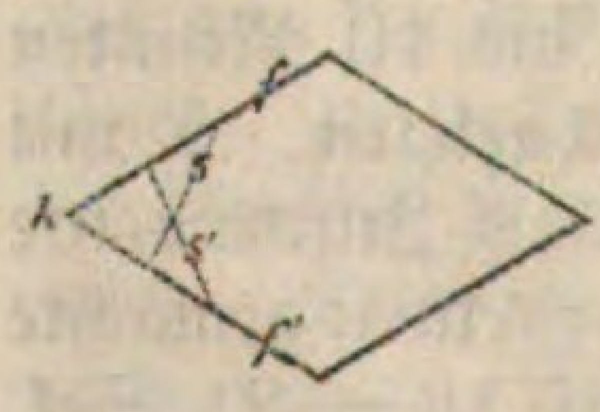




ich z. B. eine quadratische Säule f/f, so muß die dritte hinzukommende Fläche s jede der f unter gleichen Winkeln treffen. Wäre die Säule eine oblonge f g, so muß nun die s die Fläche g unter anderer Neigung schneiden als die f, eben weil beide verschieden sind. Oft ist der Unterschied nur sehr unbedeutend, aber er scheint nach scharfen Messungen da zu sein. So stumpft beim Feldspath n die rechtwinklige Kante der Oblongsäule P/M zwar fast unter gleichen Winkeln ab, doch haben genaue Messungen einen kleinen Unterschied ergeben, beim glasigen Feldspath beträgt P/n 135° 16′ und M/n 134° 44′. Hauy legte ein großes Gewicht darauf, daß beim Kalkspath der blättrige Bruch P die Endkante a^1/e^2 der regulären sechsseitigen Säule unter gleichen Winkeln (gerade) abstumpfe, obgleich die Gradendfläche a^1 sich wesentlich von e^2 unterscheidet. Allein er berechnete unter dieser Annahme den Endkantenwinkel des Rhomboeders zu 104° 28′, während später schärfere Messungen entschieden 105° 5′, also reichlich $\frac{1}{2}$° mehr fanden, und auch Messungen den Winkel P/a^1 135° 23′ und P/e^2 134° 36′ ergaben. Der rechte Winkel macht eine Ausnahme. Beim Gyps schneidet der erste Blätterbruch die einander ungleichen muscheligen und faserigen unter rechten Winkeln.

Zweiter Grundsatz. Wird ein Glied beschnitten, so muß jedes ihm gleiche Glied in gleicher Weise beschnitten werden, wenn keine hemiedrischen Verhältnisse obwalten. Ist also bei der quadratischen und oblongen Säule ein k geschnitten, so muß nothwendig auch das andere ebenso geschnitten sein. Wird dagegen bei der rhombischen und rhomboidischen die scharfe getroffen, so nicht nothwendig auch die stumpfe.

Dritter Corollarsatz. Trifft daher eine Fläche gleiche Glieder in verschiedener Weise, so erfordert sie nothwendig eine Gegenfläche, welche diese Ungleichheit wieder hebt (Symmetriegesetz). Wäre z. B. f/f^1 die scharfe Kante einer rhom-

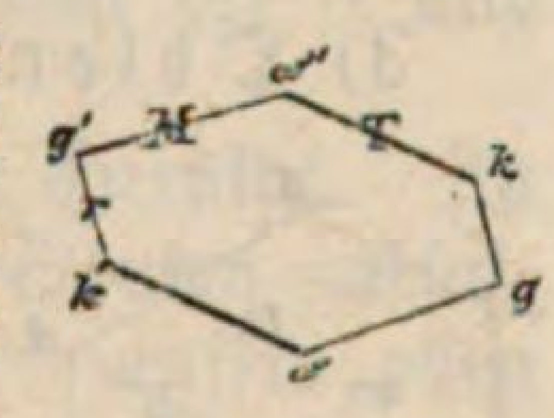


bischen Säule, und würde diese von einer Fläche s unter ungleichen Winkeln getroffen, so muß nothwendig eine Gegenfläche s^1 kommen, welche sie unter entgegengesetzter Ungleichheit trifft, so daß $s/f = s^1/f^1$, und $s^1/f = s/f^1$ ist. Dadurch ist die Symmetrie vollständig hergestellt. Man sagt, s und s^1 schärfen die Kante k zu, obgleich die dadurch entstandene neue Kante s/s^1 stumpfer ist, als die alte weggenommene k. Man hätte ebenso gut zustumpfen sagen können.

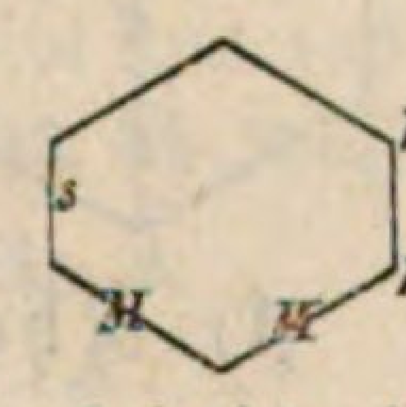
Betrachtung dreier Blätterbrüche.

Hier gibt es nothwendig zwei Fälle:

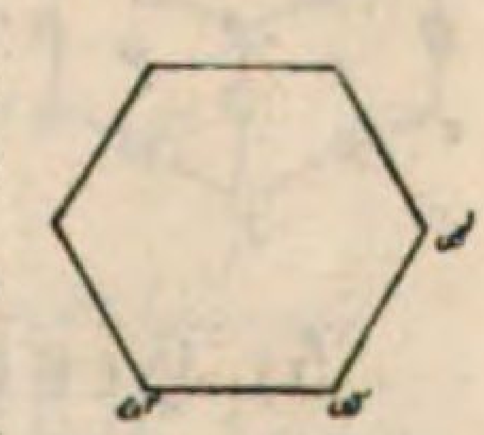
a) Die drei Flächen schneiden sich in einer Säule, dieselbe ist sechsseitig (sechsseitige Säule) und hat sechs parallele Kanten. Man kann sie als eine vierseitige Säule mit abgestumpfter Kante betrachten. Abgestumpft heißt also eine Kante T/r, wenn die dritte hinzutretende Fläche M dieselbe so schneidet, daß die neu entstehenden Kanten M/r und M/T einander parallel gehen. Die Säule hat im allgemeinen dreierlei Winkel, sind zwei davon gemessen, so läßt sich der dritte durch Rechnung finden. Denn die Winkel im Querschnitt liegen in einem Sechseck, dessen Winkel $(2 \cdot 6 - 4)R = 8R$ betragen. Da nun Winkel $w = w^1$, $k = k^1$ und $g = g^1$ sein muß, so ist $w + k + g = 4R$. Die quadratische und oblonge Säule sind Einer Abstumpfung nicht fähig (pag. 10), folglich kann es nur dreierlei sechsseitige Säulen geben:



1) Die unsymmetrische oder rhomboidische Säule M/T mit schiefer Abstumpfung, schief heißt sie, weil Winkel r/M von Winkel r/T verschieden ist und sein muß, da Flächen T und M ungleiche Glieder sind. Der Epidot liefert ein gutes Beispiel: M/T macht 115° 41′, r/T dagegen 129° 39′, folglich M/r = 360° — 245° 20′ = 114° 40′.



2) Die symmetrische oder rhombische Säule M/M mit gerader Abstumpfung s der scharfen Kante, gerade, weil die Winkel k und k gleich sein müssen. Ich brauche daher nur einen Winkel zu messen. Der Schwerspath liefert ein gutes Beispiel, M/M bilden einen Winkel von 101° 42′, folglich ist k+k = 360° — 101° 42′ = 258 • 18, also k = 129° 9′.



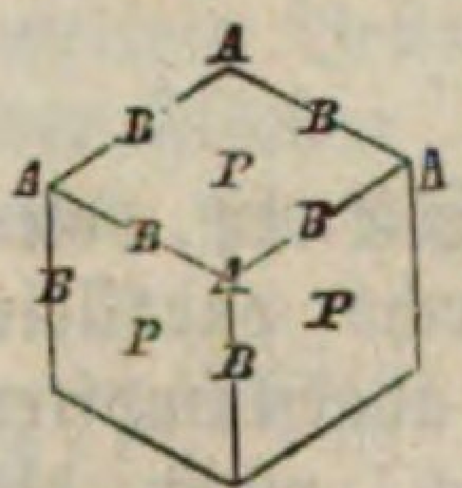
3) Die reguläre sechsseitige Säule. Dieß ist der interessante Fall, wo alle Flächen und folglich alle Kanten einander gleich werden, also 3w = 360°, w = 120°. Beim drei- und sechsgliedrigen Systeme sehr häufig.

Bei den vier- und sechsseitigen Säulen kommen wir blos auf die Gliederzahlen 1, 2 und 3, sie sind daher zur Systematik noch nicht geeignet. Das wird nun aber anders im Falle

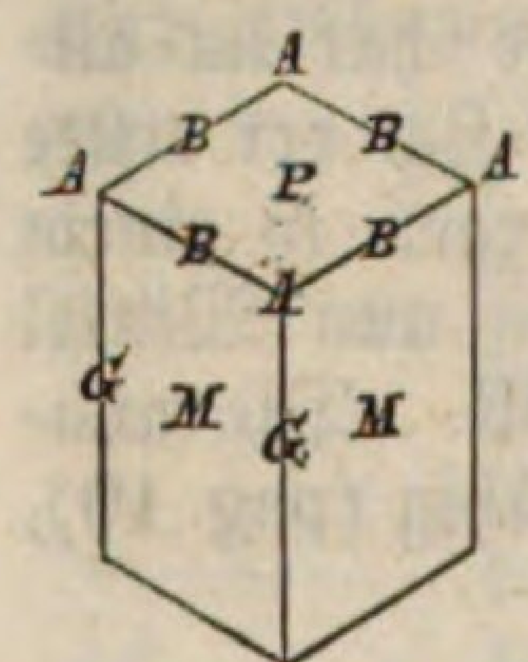
b) Die drei Flächen schneiden sich in drei Säulen, dann bekommen wir ein Parallelopiped (Heraid) mit dreierlei Flächen (Parallelogrammen), sechserlei Kanten, und viererlei Ecken. Man verschafft sich diesen Körper leicht, wenn man an die vierseitigen Säulen sich Endflächen schneidet.

Wir sind hiermit bei den Hauy'schen Primitivformen angekommen, und können nichts Besseres thun, als dem alten Meister folgen. Greifen wir daher die sechs folgenden heraus. Hauy bezeichnet die Flächen mit P M T (PriMiTivform), der Reihe nach die Ecken mit den Vokalen, und die Kanten mit den Konsonanten. Wie die Glieder nun einander gleich werden, so bezeichnete er sie mit gleichen Buchstaben. Man kann die Sache nicht klarer darstellen.

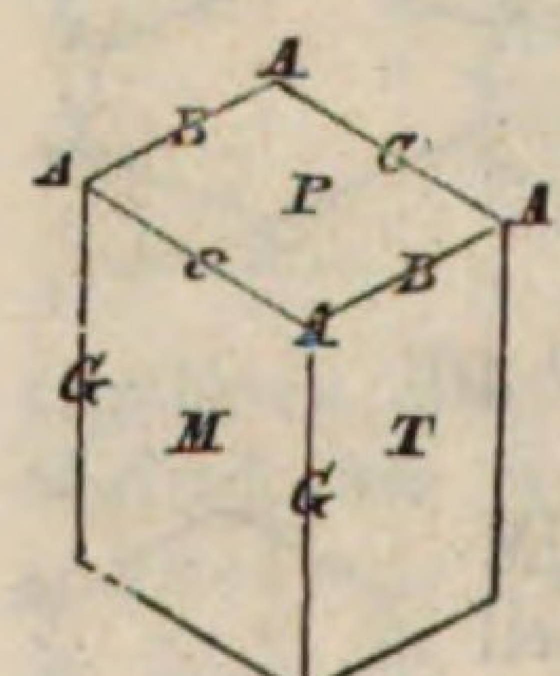
1) Würfel im Gleichgewicht hat drei congruente Flächen P (Quadrate), sechs rechtwinkliche Kanten B, und vier dreikantige Ecken A, also bezeichnen die Grundzahlen 3, 4 und 6 gleiche Glieder, daher gleichgliedriges oder reguläres System *Weiss*. Auch sphäroedrisches, weil man eine Kugel darum schreiben kann.



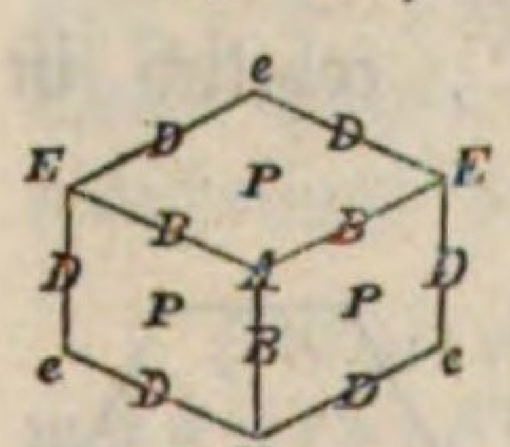
2) Quadratische Säule M/M mit Gradendfläche P. Im Gleichgewicht ist P ein Quadrat, MM sind Rechtecke, doch bleibt die Länge GG unbestimmt. Die drei Flächen zerlegen sich also in 2+1 Flächen; die rechtwinkligen Kanten werden 4B+2G, und die Ecken bleiben 4A. Es herrscht die 4 vor, daher viergliedriges System *Weiss*. Weil man die Flächen MM ins Gleichgewicht bringen d. h. congruent machen kann, so ist der Name quadratisches System auch nicht unpassend.



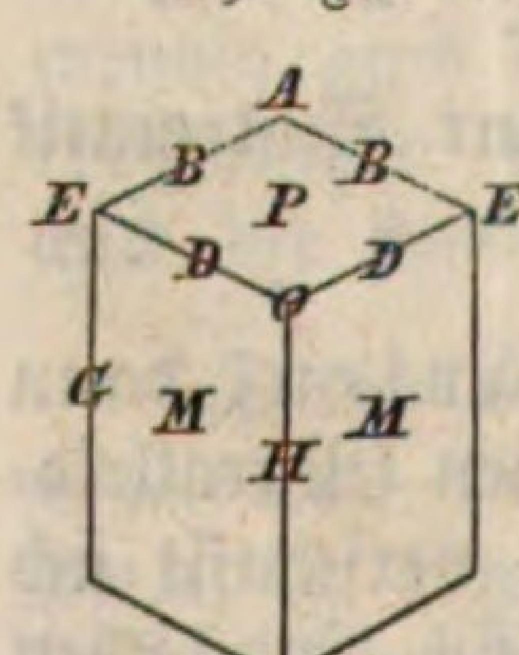
3) Oblonge Säule M/T mit Gradendfläche P. Alle drei sind verschiedene Rechtecke, das Gleichgewicht bleibt unbestimmt; die rechtwinkligen Kanten zerlegen sich in 2B+2C+2G, die Ecken bleiben noch 4A. Es herrscht die 2 vor, daher zwei und zweigliedriges System *Weiss*, oder kurzweg zweigliedriges System. Gewöhnlich schiebt man M und T so weit, daß sie eine passende ungleiche Ausdehnung haben, daher ist ihr Querschnitt ein Oblongum AAAA.



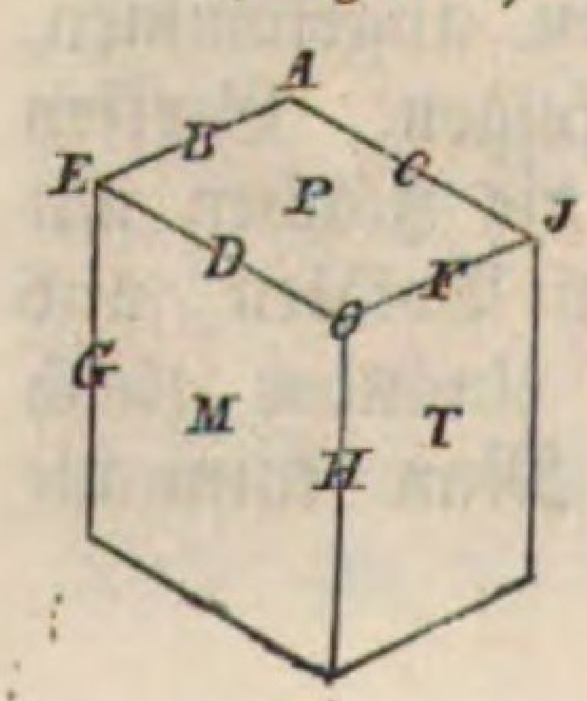
4) Rhomboeder im Gleichgewicht hat 3 congruente Flächen P (Rhomben), die schiefwinklichen Kanten zerlegen sich in 3B+3D, und die Ecken in 3E+1A. In der Ecke A (Endung) laufen drei gleiche Kanten (dreikantige Ecke), und in den E (Seitenecken) 2D+B Kanten (2+1kantige Ecken) zusammen. Es herrscht die 3 vor, daher dreigliedriges System *Weiss*.



5) Hendyoeder *Weiss*, d. h. rhombische Säule M/M mit Schiefendfläche P, welche gerade auf die Säulenkante H aufgesetzt, weil D = D, aber schief angesetzt ist, weil D keine rechten Winkel sind. Die Kanten zerlegen sich in 2D+2B+H+G, also in 2+2+1+1 Linien, und die Ecken in 2E+O+A, der Krystall ist daher links wie rechts, aber vorn anders als hinten. Da weder 2 noch 1 herrscht, heißt es zwei und eingliedriges System *Weiss*. Es ist dieses eines der interessantesten. Feldspath.



6) Henhenoeder d. h. rhomboidische Säule M/T mit doppelt schiefer Endfläche P, da Kante D von F verschieden ist: P ist auf die Säulenkante H schief an- und aufgesetzt. Kein Glied dem andern mehr gleich, daher ein und eingliedriges System *Weiss*, oder kurzweg eingliedriges System. Es kommt nicht häufig vor, und eine Gruppe darunter, die des Albits, lehnt sich durch ihre scheinbare Symmetrie noch ganz an die des Feldspaths an.



Stellen wir in nachfolgender Rubrik die Zahlen übersichtlich zusammen:

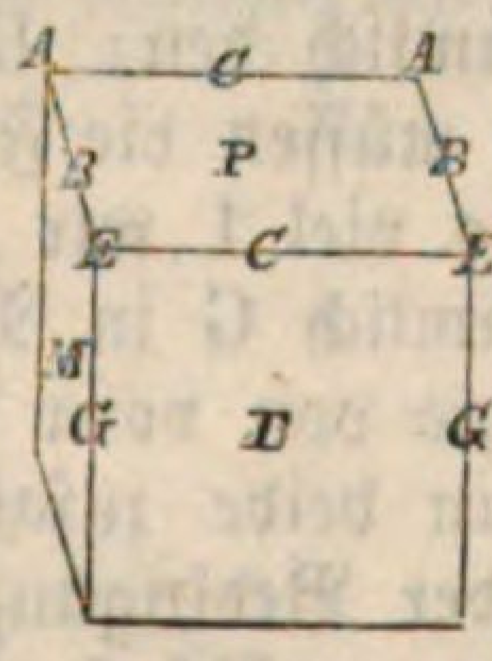
System	Flächen	Kanten	Ecken
1) Gleichgliedriges	3	6	4
2) Viergliedriges	1+2	2+4	4
3) Zweigliedriges	1+1+1	2+2+2	4
4) Dreigliedriges	3	3+3	1+3
5) Zwei und eingliedriges	2+1	2+2+1+1	2+1+1
6) Eingliedriges	1+1+1	1+1+1+1+1+1	1+1+1+1

Außer 5 sind alle Zahlen von 1—6 möglich. Es gibt jedoch noch mehrere andere Heraide, ich habe nur diese 6 gewählt, weil zwei und drei mit dem Würfel in einem ähnlichen Zusammenhange stehen, als 5 und 6 mit dem Rhomboeder, denn 2 ist ein nach einer Richtung lang gezogener Würfel, wie 5 ein ebenso lang gezogenes Rhomboeder; 3 dagegen ein nach zwei Dimensionen verzogener Würfel, wie 6 ein ebenso verzogenes Rhomboeder. Nur mit dem Unterschiede, daß man bei 5 und 6 die Kantenwinkel nicht gleich denken darf.

Ueberschauen wir jetzt einmal die Möglichkeiten der Heraide. Zu dem Ende müssen wir auf die vier möglichen vierseitigen Säulen zurückgehen, eine dritte Fläche daran legen, dürfen dabei aber unsere oben aufgestellten drei Sätze pag. 14 nicht verletzen.

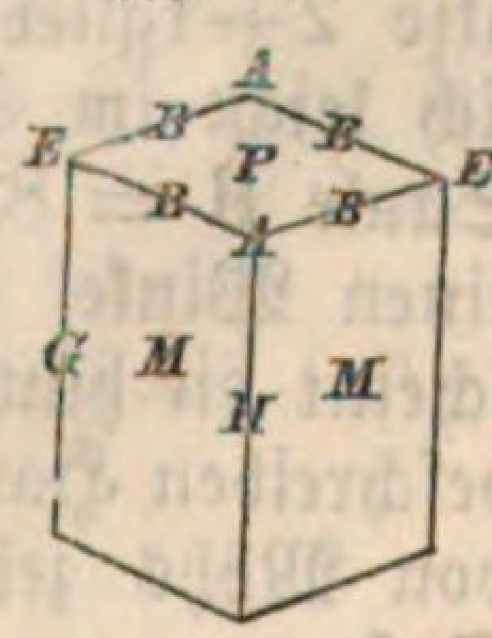
An die quadratische Säule kann man eine Gradendfläche legen, denn sie trifft alle Säulenflächen in gleicher Weise, und dies gibt uns das gleich- und viergliedrige System (Nr. 1 und 2). Schief kann ich nicht mit einer Fläche schneiden.

Nr. 8.



An die oblonge Säule dürfen wir eine Gradendfläche legen, weil der rechte Winkel eine Ausnahme macht, das gibt das zweigliedrige System Nr. 3. Da M und T verschieden sind, so kann ich ferner P gegen M rechtwinklig lassen, aber P gegen T schiefwinklig denken, das gibt uns die Zahlen des 2+1gliedrigen Systemes Nr. 8, folglich nichts Neues. Endlich kann sogar P gegen M und T verschieden schief sein. In diesem Falle wird alles zu 1, also das Heraid eingliedrig Nr. 6. Zwar kann es den Anschein bekommen, als wären die rechten Winkel G und G noch krystallographisch gleich. Allein die Doppeltschiefendfläche P ist ein Rhomboid, welches in O einen andern Winkel haben muß, als in E, deshalb können auch die Kanten G und G unter den verschiedenen Winkeln nicht mehr als gleichartig betrachtet werden. Der rechte Winkel zeigt sich auch hier wieder als Ausnahme.

Nr. 7.



An die rhombische Säule kann ich eine Schiefendfläche legen, aber diese muß immer gerade auf die Säulenkante aufgesetzt sein, gleichviel ob auf die stumpfe oder scharfe, dadurch entsteht Nr. 4 und 5. Man kann sich aber auch eine Gradendfläche denken, welche alle Säulenkanten und Säulenflächen unter rechten Winkeln schneidet Nr. 7. Hier haben wir dann 2+1 Fläche = 2M+P, ferner 4+1+1 Kante, denn Kante P/M ist viermal da, die Ecken werden 2+2. Aber 4+2+2+2+1+1+1 ist zweigliedriges System.

An die rhomboidische Säule kann ich außer der doppeltschiefen (Nr. 6) auch noch eine Gradendfläche setzen, das gibt aber wieder Nr. 8.

Die neun möglichen Heraide bezeichnen also nicht mehr als sechs Systeme, und zwar gehört dem gleich-, vier- und dreigliedrigen je eins zu, dem zwei-, zwei und ein- und eingliedrigen dagegen je zwei. Wir wollen sehen, wie diese je zwei zusammenhängen.

Das zweigliedrige System hat das rechtwinklige Heraid PMT Nr. 3 und die rhombische Säule mit Gradendfläche (gerade rhombische Säule) MMP Nr. 7 in sich. Setzen wir ihre Zahlen hin:

PMT hat: Flächen 1+1+1; Kanten 2+2+2; Ecken 4

MMP hat: Flächen 2+1; Kanten 4+1+1; Ecken 2+2

Da nun beide Heraide in dem gleichen Systeme stecken, so muß dieses seine 1, 2 und 4 eben dahin legen, wo jenes die seinen hat, denn sonst gäbe es keine Symmetrie. Hüllen wir daher das eine in das andere, so mögen sie z. B. die Gradendfläche P gemein haben, dann müssen sich aber die Säulen so gegen einander legen, daß die 1+1Kante der rhombischen in die 1+1Fläche der oblongen, die 2+2Ecken und 2Flächen jenes wie die 2+2+2Kanten von diesem liegen, und die 4 Kanten sich den 4 Ecken gegenüberstellen, kurz es müssen die Flächen der oblongen Säule die Kanten der rhombischen abstumpfen. Der Schwerspath liefert ein gutes Beispiel.

Das zwei und eingliedrige System hat die rhombische Säule mit Schiefendfläche (schiefe rhombische Säule) Nr. 5, und die oblonge mit Schiefendfläche Nr. 8 in sich. Da wir hier nur 2+1 haben, so sind verschiedene Einschachtelungen denkbar. Einen Fall sieht man leicht ein, nämlich den: läßt man die Schiefendfläche P in beiden zusammenfallen, so müssen die Flächen der oblongen wie die Kanten der rhombischen liegen. So viel 1 wir aber auch haben, so liegt nur eine einzige links und rechts, nämlich G in Nr. 5 und M in Nr. 8, alle andern liegen in der Vertikalzone von vorn nach hinten, also entweder vorn, oben oder hinten. Wenn nun beide zusammentreten sollen, so muß die seitliche 1 in beiden unter jeder Bedingung zusammenfallen, die 1 in der Vertikalzone können sich aber mehrfach gruppiren.

Beispiel. Der Feldspath hat ein Hendyoeder MM, nur wenig blättrig, dagegen ist die Schiefendfläche P außerordentlich blättrig. Die Ecke o könnte das Auge leicht für einen Rhomboeder A nehmen, denn $D = 112^0\ 16'$ und $H = 118^0\ 48'$, diesen Unterschied von reichlich 6^0 bemerkt das Auge kaum, allein wegen des ausgezeichneten Blätterbruchs P muß die Ecke O nicht blos 2+1flächig, sondern auch 2+1kantig sein, also 2+1gliedrig. Wäre diese Strukturdifferenz nicht da, so könnte man sich leicht im Systeme irren. Der Eisenvitriol bildet eine rhombische Säule $H = 82^0\ 21'$, die Schiefendfläche P ist auch blättrig, macht hinten einen Winkel $B = 80^0\ 37'$. Da die Differenz nur $1^0\ 44'$ beträgt, so scheint die hintere Ecke A einem scharfen Rhomboeder anzugehören. Daher beschreiben Hauy und Mitscherlich ihn rhomboedrisch, erst scharfe Messungen von Mohs zeigten die 2+1kantige Ecke und mithin das 2+1gliedrige System.

Der Gyps bricht außerordentlich leicht in rhomboidischen Platten

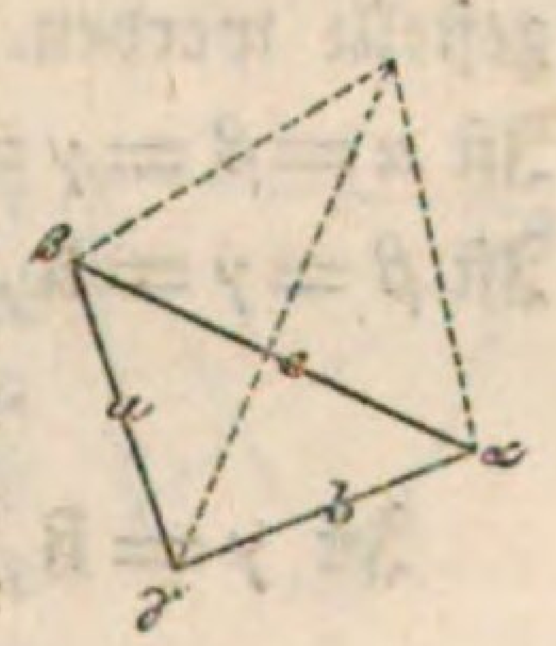
(113° 46′) mit muscheligem und faserigem Bruch, gegen welche der Hauptblätterbruch senkrecht steht. Die Glieder treten nur zu 2+1 auf. Nehmen wir in Nr. 8 M als den Hauptblätterbruch, T als den muscheligen, und P als den faserigen, so liegen alle 1 in der Vertikalzone P/T, nämlich P, T, C, D, nur eine einzige M liegt links und rechts, wenn man die T oder irgend eine andere 1 der Vertikalzone vor sich nimmt. Unter jeder Bedingung muß also der Hauptblätterbruch aufrecht links und rechts sich erheben, er stumpft die scharfe Säulenkante des Hendyoeder des Feldspaths ab, läßt man nun T die stumpfe wegnehmen, so kann die faserige P noch auf der hintern oder vordern Seite eine Schiefendfläche bilden.

Das eingliedrige System hat die rhomboidische Säule mit doppeltschiefer Endfläche Nr. 6, zuweilen sogar eine oblonge mit doppelt schiefer Endfläche. Axinit und Kupfervitriol liefern für das Henhenoeder gute Beispiele. Professor Mitscherlich (Pogg. Annalen 8. 427) hat bei der unterschwefligsauren Kalkerde $\dot{C}a\ddot{S}+6\dot{H}$ eine oblonge Säule mit doppelt-schiefer Endfläche nachgewiesen. Man hat daraus fälschlich ein 7tes Krystallsystem gemacht, das jedoch keine Existenz hat, da auch nicht einmal die rechtwinkligen Kanten der oblongen Säule wegen der doppeltschiefen Endfläche darauf gleich sein können.

Für den würflichen Blätterbruch bieten Steinsalz und Bleiglanz ausgezeichnete Beispiele, für das Rhomboeder der Kalkspath, man muß hier die 3kantigen und 2+1kantigen Ecken wohl von einander unterscheiden. Die scheinbar würfligen Brüche des Anhydrits sind alle drei physikalisch verschieden, und daher zweigliedrig. Ueberhaupt laufen alle Untersuchungen der Heraide auf die einer einzigen ihrer Ecken, eines körperlichen Dreiecks, hinaus, da den drei Flächen PMT und den drei Kanten dieser Ecke alle andern Glieder parallel laufen.

Betrachtung des körperlichen Dreiecks.

Nennen wir in einem körperlichen Dreieck die Winkel in den Kanten $\alpha\ \beta\ \gamma$, und die Winkel in den Ebenen (schlechthin Seiten) beziehungsweise a b c, so wird in der sphärischen Trigonometrie bewiesen, daß wenn von diesen 6 Stücken $\alpha\ \beta\ \gamma$ a b c drei beliebige bekannt sind, sich die übrigen drei durch Rechnung finden lassen. Der Astronom kann die ebenen Winkel (Seiten) genauer messen als die in den Kanten, bei dem Krystallographen ist es umgekehrt.



Um die körperliche Ecke zu kennen, müssen wir also drei Kantenwinkel $\alpha\beta\gamma$ gemessen haben, dann findet das Verhältniß statt:

$$\sin\alpha : \sin\beta : \sin\gamma = \sin a : \sin b : \sin c$$

ferner ist

$$\cos a = \frac{\cos\alpha + \cos\beta \cdot \cos\gamma}{\sin\beta \cdot \sin\gamma},$$

$$\cos b = \frac{\cos\beta + \cos\alpha \cdot \cos\gamma}{\sin\alpha \cdot \sin\gamma}$$

$$\cos c = \frac{\cos\gamma + \cos\alpha \cdot \cos\beta}{\sin\alpha \cdot \sin\beta}$$

oder besser für Logarithmen, wenn man $\frac{1}{2}(\alpha+\beta+\gamma) = S$ setzt:

$$1)\ \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}a = \sqrt{\frac{-\cos S\ \cos(S-\alpha)}{\cos(S-\beta)\ \cos(S-\gamma)}}, \text{ bekannt } \alpha\beta\gamma.$$

Die übrigen zur Auflösung einer körperlichen Ecke (sphärischen Dreiecks) nöthigen Formeln sind:

$$2)\ \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}\alpha = \sqrt{\frac{\sin(s-b)\ \sin(s-c)}{\text{in}\,(s-a)\ \sin s}}, \text{ bekannt } a\,b\,c$$

$\frac{1}{2}(a+b+c) = s$ gesetzt.

$$3)\ \begin{cases} \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(b+c) = \dfrac{\cos\frac{1}{2}(\beta-\gamma)}{\cos\frac{1}{2}(\beta+\gamma)}\ \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}a \\ \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(b-c) = \dfrac{\sin\frac{1}{2}(\beta-\gamma)}{\sin\frac{1}{2}(\beta+\gamma)}\ \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}a, \text{ bekannt } a\beta\gamma. \end{cases}$$

$$4)\ \begin{cases} \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\beta+\gamma) = \dfrac{\cos\frac{1}{2}(b-c)}{\cos\frac{1}{2}(b+c)}\ \cot\tfrac{1}{2}\alpha \\ \operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\beta-\gamma) = \dfrac{\sin\frac{1}{2}(b-c)}{\sin\frac{1}{2}(b+c)}\ \cot\tfrac{1}{2}\alpha, \text{ bekannt } \alpha\,b\,c. \end{cases}$$

$$5)\ \sin a = \frac{\sin\alpha\ \sin c}{\sin\gamma}, \text{ bekannt } \alpha\gamma c.$$

$$6)\ \sin\alpha = \frac{\sin a\ \sin\gamma}{\sin c}, \text{ bekannt als } a c\gamma.$$

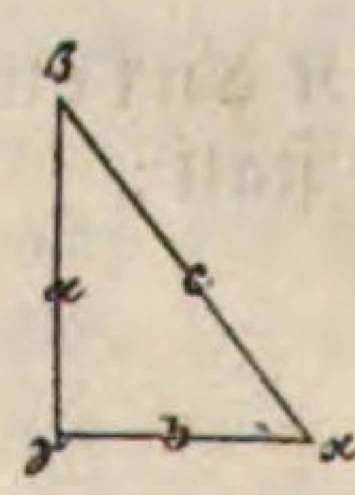
Die Formeln sind vollkommen symmetrisch, können daher leicht umgestellt werden.

Ist $\alpha=\beta=\gamma=R$, so ist $\cos a=\cos b=\cos c=0$, also $a=b=c=90^0$.

Ist $\beta=\gamma=R$, so ist $\cos b=\cos c=0$, also $b=c=90^0$;

dagegen $\cos a=\cos\alpha$.

Ist $\gamma=R$, so ist $\cos\gamma = 0$, $\sin\gamma = 1$, also



1) $\cos c = \cot\alpha\ \cot\beta$, nimm dazu

2) $\cos c = \cos a\ \cos b$

3) $\operatorname{tg}a = \sin b\ \operatorname{tg}\alpha$

4) $\sin a = \sin c\ \sin\alpha$

5) $\cos\alpha = \sin\beta\ \cos a$

6) $\operatorname{tg}b = \cos\alpha\ \operatorname{tg}c$,

so ist damit die Rechnung der bei γ rechtwinkligen körperlichen Ecke beendet.

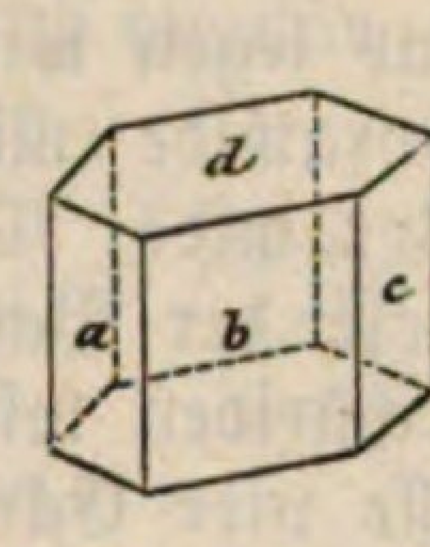
Ist $\alpha = \beta = \gamma$, wie beim Rhomboeder, so ist

$$\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}a = \sqrt{\frac{-\cos\frac{3}{2}\alpha}{\cos\frac{1}{2}\alpha}}.$$

Betrachtung von vier Blätterbrüchen.

Hier sind drei Fälle möglich:

a) Die vier Ebenen liegen in einer Säule. Das gibt eine achtseitige Säule. ff[1] pag. 14 ist der Querschnitt einer geschobenen Säule, stumpfen nun s und s[1] die scharfe Kante k ab, so entsteht zwischen s/s[1] eine neue Kante. Man sagt, die Kante k ist durch ss[1] zugeschärft, und die entstandene Säule ff[1]ss[1] ist 8seitig. So kann man 5, 6 ... n Blätterbrüche verbinden, das gibt dann 2nseitige Säulen.



b) Die vier Ebenen schneiden sich in vier Zonen, d. h. die vierte hinzukommende stumpft eine Kante des Heraides ab. Dadurch entsteht eine sechsseitige Säule mit Endfläche, oder ein Vierzonenkörper. Eine Zone abc ist sechsseitig, und die drei Zonen ad, bd und cd sind vierseitige. Da wir nun dreierlei sechsseitige Säulen haben pag. 15, so richten sich darnach auch die Vierzonenkörper:

Die reguläre sechsseitige Säule kann nur mit Gradendfläche gedacht werden, da a = b = c sein und d alle in gleicher Weise schneiden muß; d ist ins Gleichgewicht gebracht ein reguläres Sechseck.

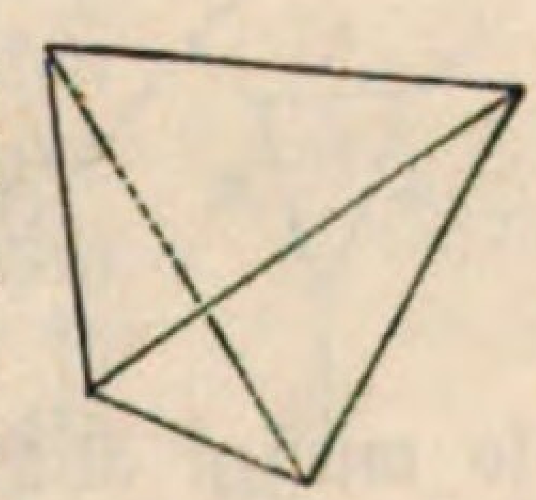
Die rhombische Säule mit gerader Abstumpfung kann eine Grad- und eine Schiefendfläche haben, erstere entsteht aus der geraden rhombischen Säule Nr. 7 pag. 17, letztere aus dem Hendyoeder Nr. 5 pag. 16.

Endlich die rhomboidische Säule mit schiefer Abstumpfung kann auch eine gerade oder eine doppelt schiefe Endfläche haben. Erstere gehört dem 2+1gliedrigen Systeme an, wie man leicht sieht.

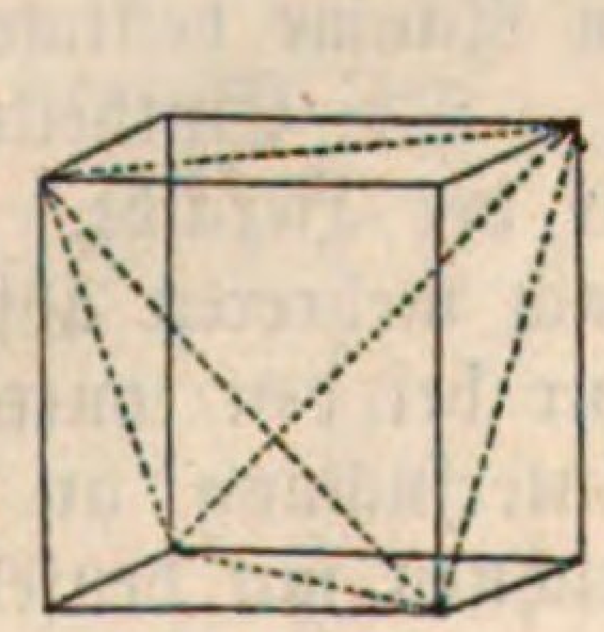
Die Vierzonenkörper kommen also im drei-, zwei-, zwei und ein- und eingliedrigen Systeme vor, und ergeben sich aus den Heraiden unmittelbar.

c) Die vier Ebenen schneiden sich in 6 Zonen, und bilden folglich

das Oktaid.



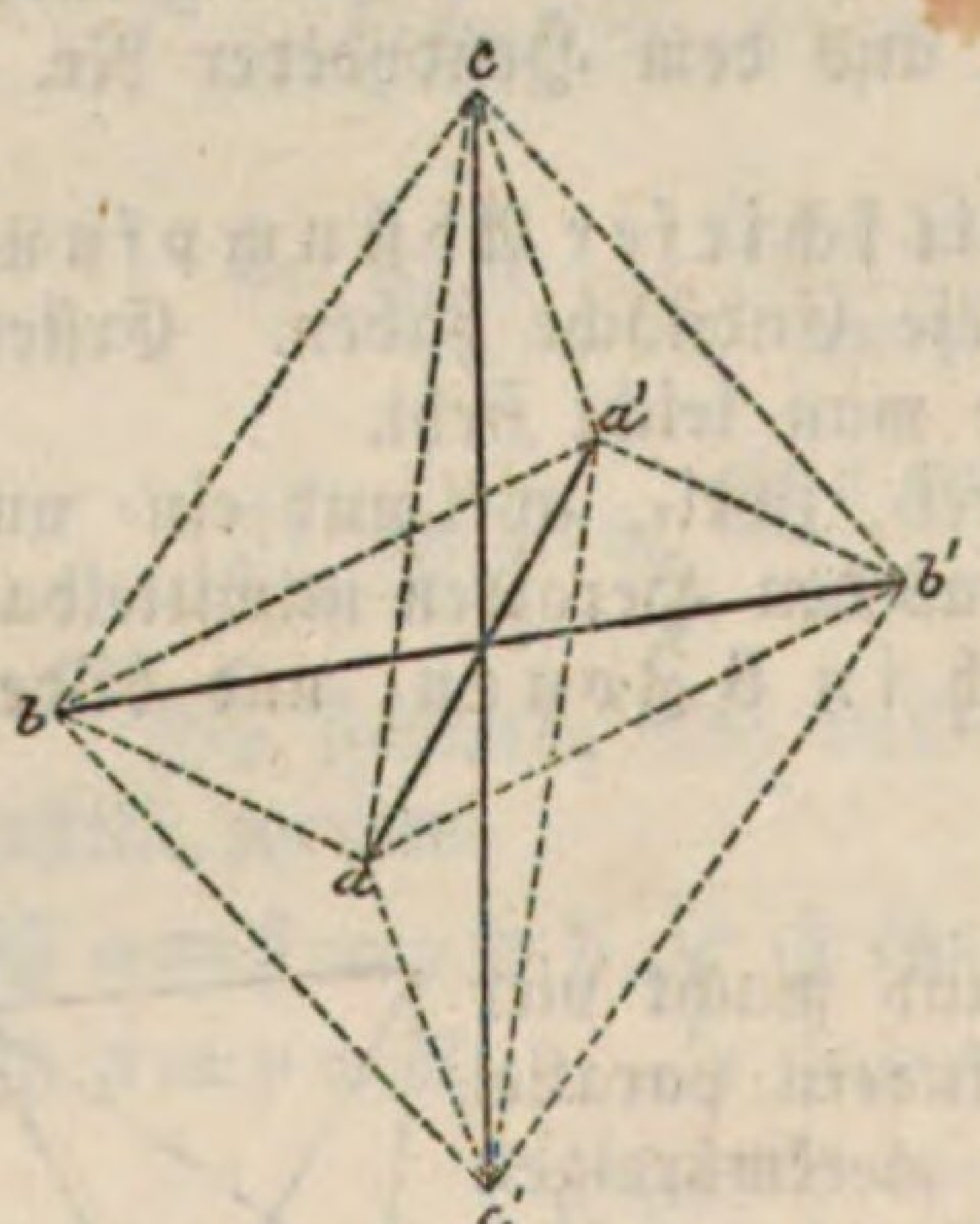
Nimmt man eine Rübe oder Kartoffel, und macht vier beliebige Schnitte, von denen keiner dem andern parallel geht, so bekommt man ein Tetraid, jenen merkwürdigen Körper, der allein unter allen Krystallen sich immer im Gleichgewicht befindet. Das Tetraid wird von 4 Dreiecken begränzt, hat 6 Kanten, von denen keine der andern parallel geht. Durch die Halbirungspunkte der Kanten lassen sich drei Linien ziehen, welche je zwei gegenüberliegende Kanten verbindend sich in der Mitte des Körpers in einem Punkte halbiren (den Beweis unten). Wir haben also auch hier wieder die Grundzahlen 3, 6 und 4. Außerdem noch 4 Ecken, in welchen je drei Kanten und Flächen zusammenlaufen.



Man kann in jedes Heraid ein Tetraid einschreiben. Seine Kanten bilden die Hälften der 12 Flächendiagonalen, in jeder Heraidfläche liegt eine Tetraidkante; seine Flächen liegen wie die abwechselnden Ecken, stumpfen also, wenn sie zusammen auftreten, diese ab. Da alles hälftig getheilt ist, so folgt von

selbst, daß es ein Gegentetraid gibt, dessen Kanten mit der übrigen Hälfte der Diagonalen zusammenfallen. Denkt man sich jetzt das Heraid weg, so hat man zwei durchwachsene (einander umgekehrt gleiche) Tetraide, deren Kanten sich gerade so schneiden müssen als die Heraiddiagonalen. Das beiden gemeinschaftliche Stück liefert das gesuchte Oktaid. Hieraus leuchtet unmittelbar der Zusammenhang der Heraide mit den Oktaiden hervor.

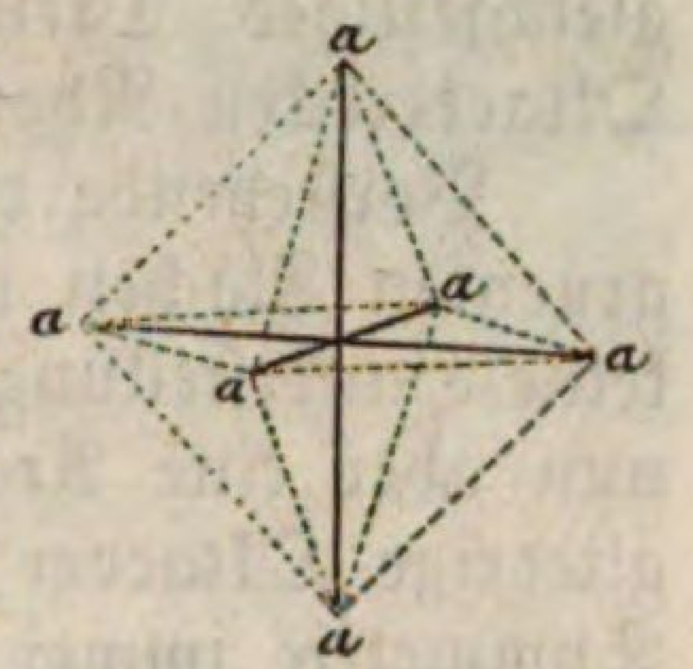
Oder einfacher: Haben wir ein beliebiges Tetraid geschnitten und legen wir es auf eine seiner Flächen, so bildet es eine dreiseitige Pyramide mit dreieckiger Basis. Halbiren wir die drei Endkanten der Pyramide, legen durch die drei Halbirungspunkte eine Ebene, so geht diese der Basis parallel, bildet also mit ihr den einen Krystallraum. Schneiden wir nun die Ecke über der Parallelfläche weg, und behandeln alle vier Ecken in gleicher Weise, so haben wir das Tetraid in sein zugehöriges Oktaid verwandelt. Kurz wir halbiren sämmtliche Kanten und verbinden die Halbirungspunkte, nehmen die Ecken weg, so ist das Oktaid da, und immer im Gleichgewicht. Die Flächen des Oktaides und Tetraides sind einander der Reihe nach ähnlich, nur ist die Oktaidfläche viermal kleiner als die des Tetraides, weil sie in diese eingeschrieben ist.



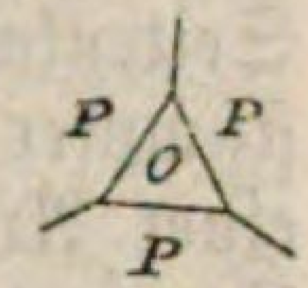
Das Oktaid hat 4 parallele Paare von Dreiecken abc, von denen je eines mit der Tetraidfläche zusammenfällt; 6 (respective 3) vierkantige Ecken abc, die in den Mittelpunkten der Tetraidkanten liegen; und 6 parallele Paare Kanten ac, welche die eingeschriebenen Dreiecke der Tetraide bilden, also vier, sechs und drei Glieder. Die 12 Kanten gruppiren sich zu drei Parallelogrammen (Basalschnitten), die Diagonalen dieser Parallelogramme müssen sich halbiren; also im Basalschnitte aba'b' halbiren sich aa' und bb', im Basalschnitte aca'c', aa' und cc', folglich müssen die Axen aa', bb' und cc' sämmtlich sich im Mittelpunkte halbiren. Da die Punkte abc a'b'c' in den Mittelpunkten der Kanten des zugehörigen Tetraides liegen, so müssen auch für dieses dieselben Axen Statt haben, was oben nicht bewiesen war.

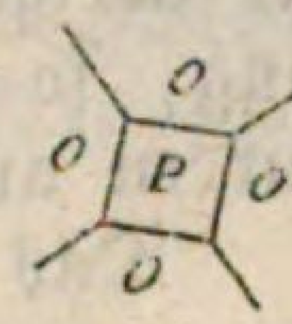
Die Axen, auf welche Hr. Prof. Weiß schon im Jahre 1809 aufmerksam machte, liefern die naturgemäßste Bezeichnungsweise. Wir rechnen ihre Längen vom Mittelpunkte an, kennen wir diese, und wissen wir, unter welchen Winkeln sie sich schneiden, so drückt das Zeichen einer Fläche a : b : c das wesentliche Verhältniß aus, die Fläche läßt sich ihrer Lage nach im Raume bestimmen.

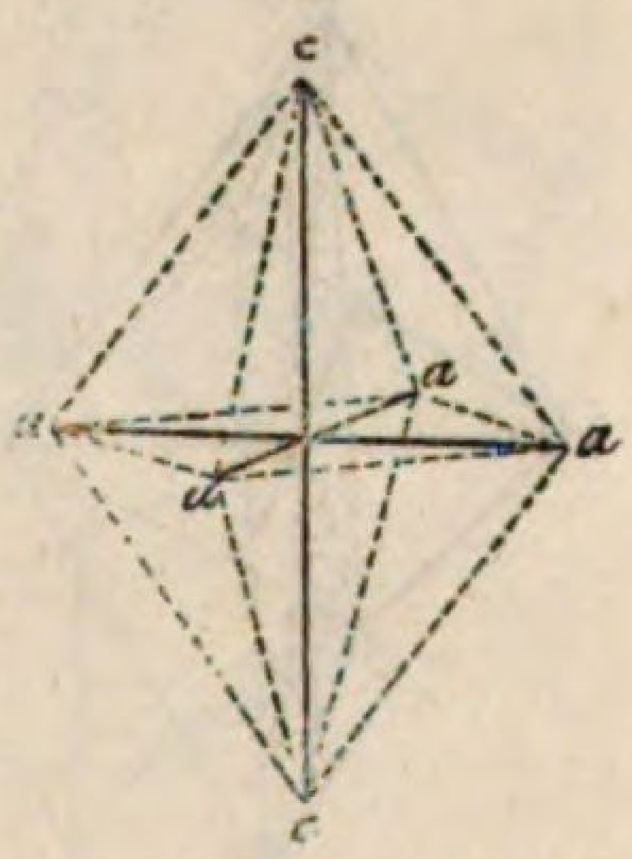
Die Eintheilung der Oktaide hebt die Systeme schärfer hervor, als die der Heraide. In der „Methode der Krystallographie“ habe ich sie nach mehreren abstrakten Principien eingetheilt. Hier bleiben wir jedoch nur bei den concreten Fällen stehen, welche uns der bisherige Gang der Untersuchung an die Hand gibt. Darnach haben wir neunerlei auszuzeichnen mit denselben Zahlenverhältnissen, als die 9 Heraide.



1) Das reguläre Oktaeder hat drei gleiche rechtwinklige Axen a : a : a, folglich Quadrate zu Basalschnitten; 4 gleichseitige einander congruente Dreiecke; 6 gleiche Kanten 109° 28′ 16″, und 3 vierkantige Ecken. Schreiben wir auf eine Fläche 0, und auf die drei anliegenden 1 ꝛc., so fallen auf 4 Flächen 0, auf die vier abwechselnden 1. Läßt man z. B. die Eins wachsen, so bekommt man ein Tetraeder, und läßt man die Nullen, ein Gegentetraeder. Beide sind congruent und regulär, sie haben 4 gleichseitige Dreiecke, 4 dreikantige Ecken, und 6 Kanten 70° 31′ 44″, das Supplement zum Oktaederwinkel. Schreiben wir in den Würfel sein Tetraeder ein, so entsteht ein reguläres, weil alle Diagonalen der Würfelflächen einander gleich sind, daraus folgt, daß das Oktaeder die Würfelecken so abstumpfen muß, daß die Oktaederfläche o ein gleichseitiges Dreieck bildet, und umgekehrt muß die Würfelfläche P die Oktaederecke so abstumpfen, daß beim Oktaeder im Gleichgewicht ein Quadrat P entsteht.

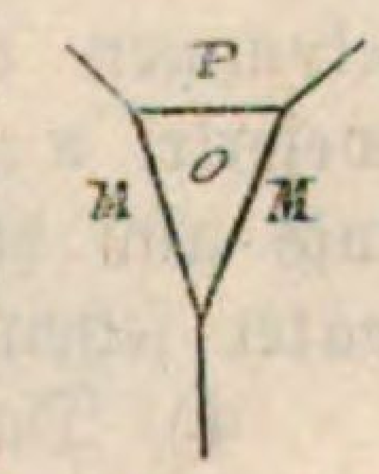


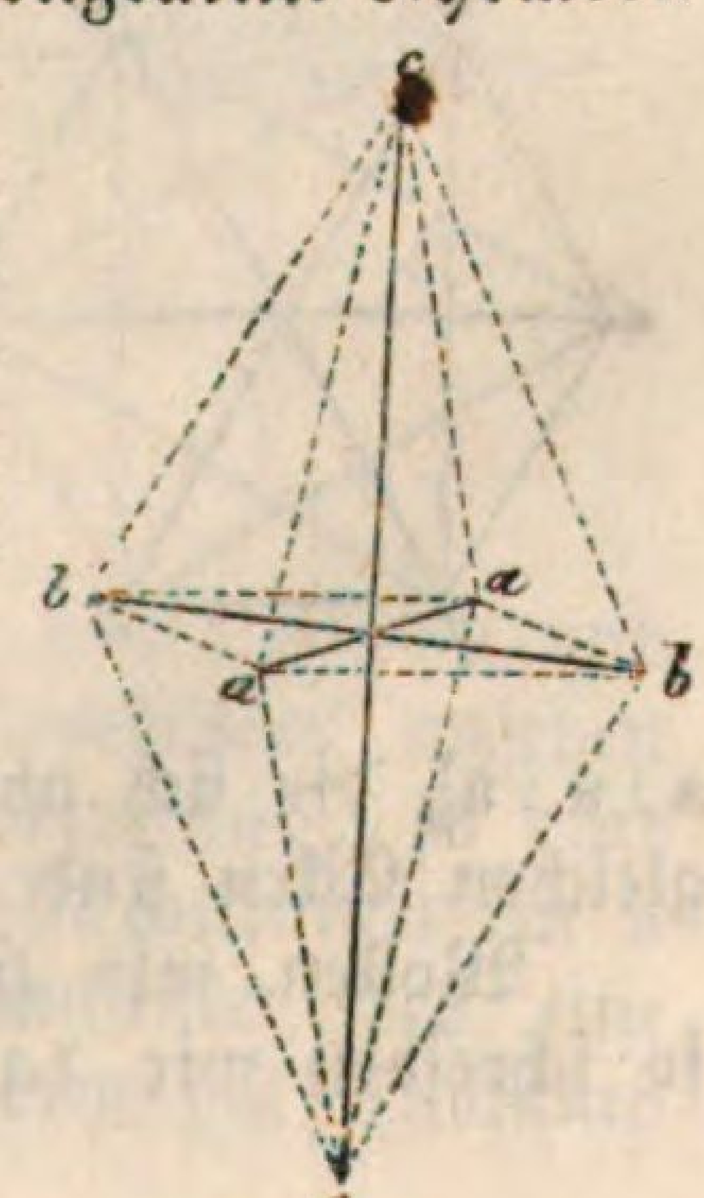




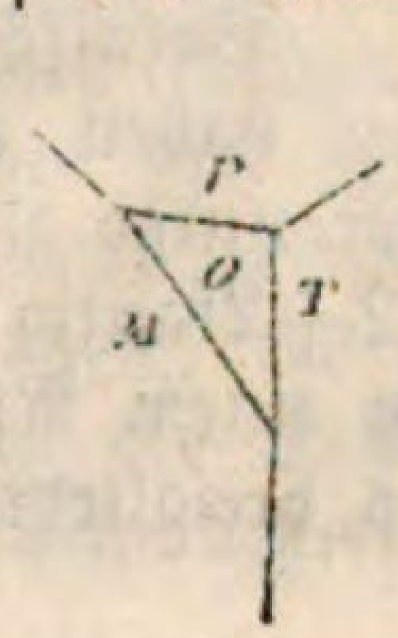
2) Das viergliedrige Oktaeder hat 2+1 rechtwinklige Axen a : a : c, folglich zwei einander congruente Rhomben acac, und ein Quadrat aaaa (daher Quadratoktaeder) zum Basalschnitt, 4 gleichschenkliche einander congruente Dreiecke, 4+2 Kanten, von denen 4 den rhombischen Basalschnitten (Endkanten) und 2 den quadratischen (Seitenkanten) angehören. 2+1 Ecke: die 1 ist die aufrecht gedachte 4kantige Ecke, durch welche die Hauptaxe c geht; die 2 sind die 2+2kantigen Seitenecken.

Das viergliedrige Tetraeder machen wir aus dem viergliedrigen Hexaide Nr. 2, pag. 16, indem wir das zugehörige Tetraid einschreiben, es hat 4+2 Kanten, folglich 2+1kantige Ecken. Die Mittelpunkte der 2 Kanten werden durch die Axe c verbunden. Daraus geht hervor, daß das zugehörige Oktaeder die Ecken des viergliedrigen Hexaides so abstumpft, daß ein gleichseitiges Dreieck o entsteht, welches den Flächen des Oktaeders ähnlich ist. Stumpft das Hexaid die Ecken des Oktaeders ab, so entstehen Schnitte, die den Basalschnitten ähnlich sind, also an den Ecken ein Quadrat, an den Seitenecken zwei congruente Rhomben





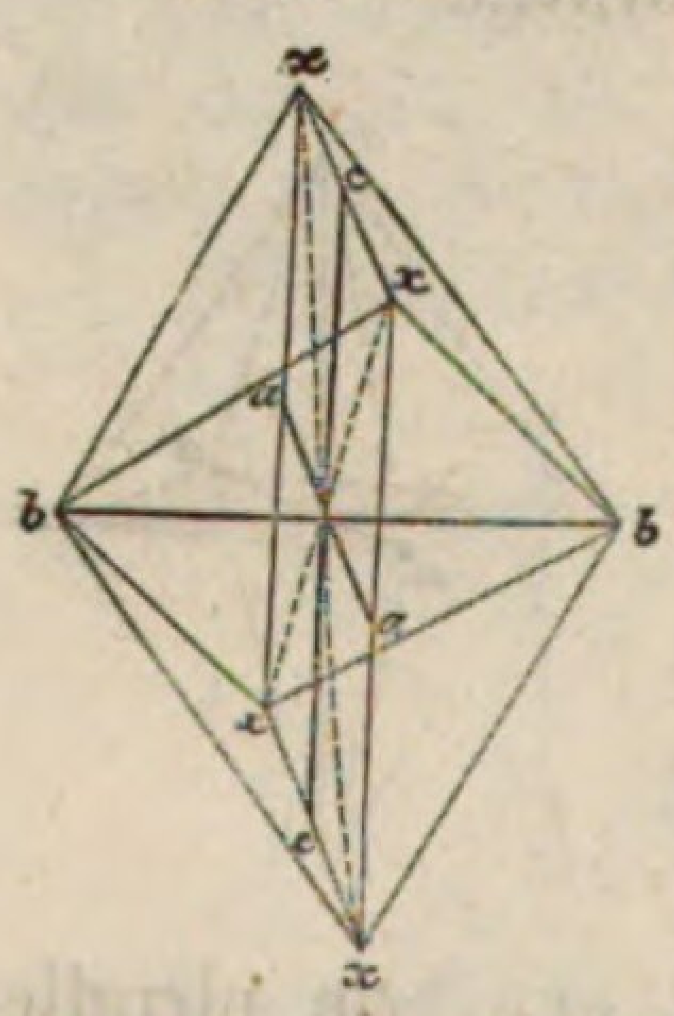
3) Von den zweigliedrigen Oktaedern hat das Rhombenoktaeder 1+1+1 rechtwinklige Axen a : b : c, folglich drei einander nicht congruente Rhomben abab, acac, bcbc zu Basalschnitten; 4 ungleichseitige einander congruente Dreiecke abc; 2+2+2 Kanten, und 1+1+1 Ecken, in welchen 2+2 Kanten zusammenlaufen.



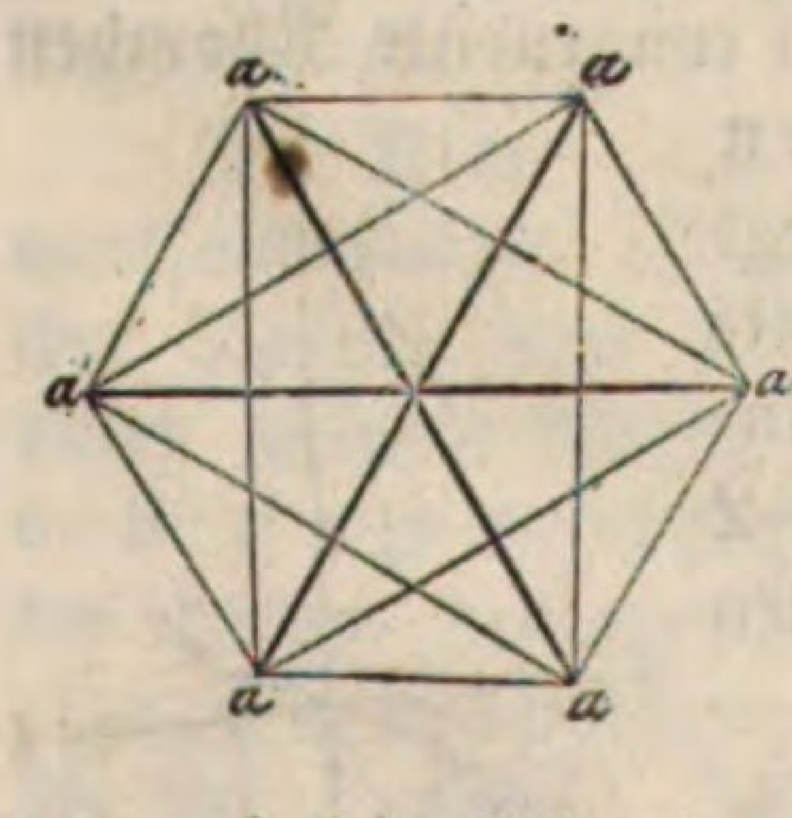
Das zugehörige zweigliedrige Tetraeder machen wir aus dem 2gliedrigen Heraide Nr. 3, pag. 16. Es ist 2+2+2kantig, mit ungleichkantigen Ecken und muß die Heraidecken so abstumpfen, daß ein un-

gleichseitiges Dreieck o entsteht, während die Heraidflächen PMT an den Oktaederecken Rhomben bilden.

Vorstehende drei Oktaeder und Tetraeder sind die einzigen mit congruenten Flächen und rechtwinkligen Axen. Das gleicharige a : a : a hat keine Hauptstellung, man kann es nach jeder Axe a aufrecht stellen. Wird nun aber eine Axe a länger oder kürzer zu c gemacht, so entstehen viergliedrige Oktaeder, mit einer Hauptstellung, in dem c wegen der Symmetrie immer aufrecht genommen werden muß. Ist c länger als a, so ist der Seitenkantenwinkel größer als der Endkantenwinkel, und das Oktaeder schärfer als das reguläre; ist dagegen c kürzer als a, so ist der Seitenkantenwinkel kleiner als der Endkantenwinkel, und das Oktaeder stumpfer als das reguläre. Stellte man das viergliedrige Oktaeder nach einer Axe a aufrecht, so wären die Endkanten 2+2, und könnten dann für zweigliedrig gehalten werden. Sind endlich alle drei Axen verschieden lang, so ist die Stellung wieder dreideutig, weil sich keine Axe vor der andern auszeichnet.



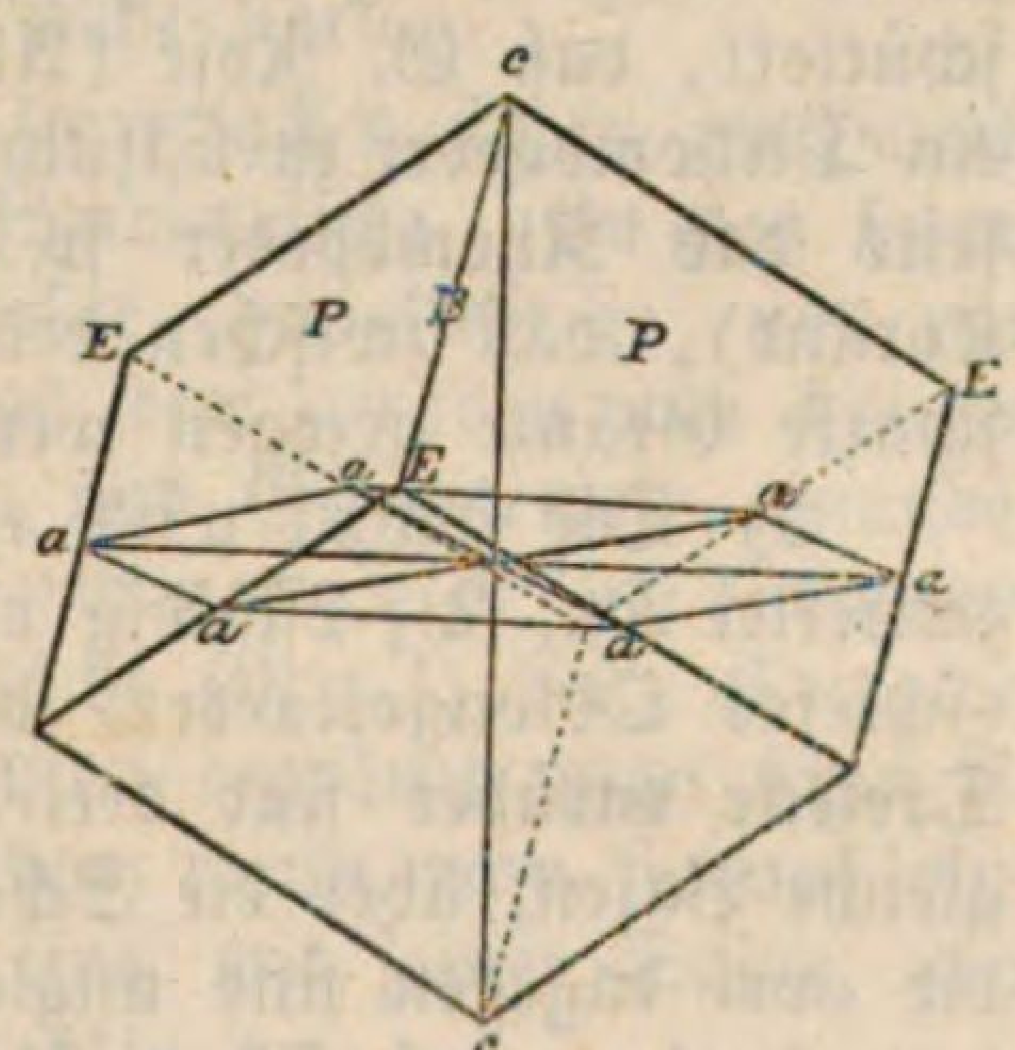
Das Oblongoktaeder hat 2+2 gleichschenklige Dreiecke, daher muß ein Basalschnitt, auf welchem sich die Basen der Dreiecke erheben, ein Oblongum mit gleichen aber schiefwinkligen Axen xx sein, die beiden übrigen Basalschnitte sind congruente Rhomben, deren Diagonalen sich rechtwinklig schneiden, daher steht die dritte Axe b auf den beiden schiefen senkrecht. Die Kanten sind 4+1+1, und die Ecken 2+1, also zweigliedrig. Das zugehörige Tetraeder entsteht aus der geraden rhombischen Säule Nr. 7, pag. 17, es ist gleichfalls 2+2flächig, 4+1+1kantig, und 2+2eckig. Da man die schiefen Axen gerne meidet, so darf man im oblongen Basalschnitt nur die Seiten halbiren, und die Halbirungspunkte durch aa und cc verbinden, die auf einander senkrecht stehen, bb nach den Spitzen der Dreiecke gezogen steht ohnehin senkrecht. Dadurch bekommen die Flächen nicht mehr den Ausdruck x : x : b, sondern die zweierlei a : b : ∞c und b : c : ∞a, es sind 2 rhombische Säulen, die man auch aus dem Rhombenoktaeder (und umgekehrt) ableiten kann, wie wir später sehen werden.



4) Das dreigliedrige Oktaeder ist 3+1flächig, die eine Fläche ist gleichseitig, und die drei Flächen sind gleichschenklig. Man macht es sich leicht, indem man an irgend einem Rhomboeder im Gleichgewicht durch je 3 Seitenecken Flächen legt, welche die Endecke gerade abstumpfen. Es muß dann diese neue Fläche ein gleichseitiges Dreieck bilden, während die Rhomboederflächen zu gleichschenkligen werden. Die drei Basalschnitte sind drei congruente Oblongen, daher haben wir 3+3 Kanten, und drei gleiche Axen a : a : a], die sich aber unter gleichen schiefen Winkeln schneiden. Die drei gleichen Ecken sind 2+2kantig und 2+1+1flächig.

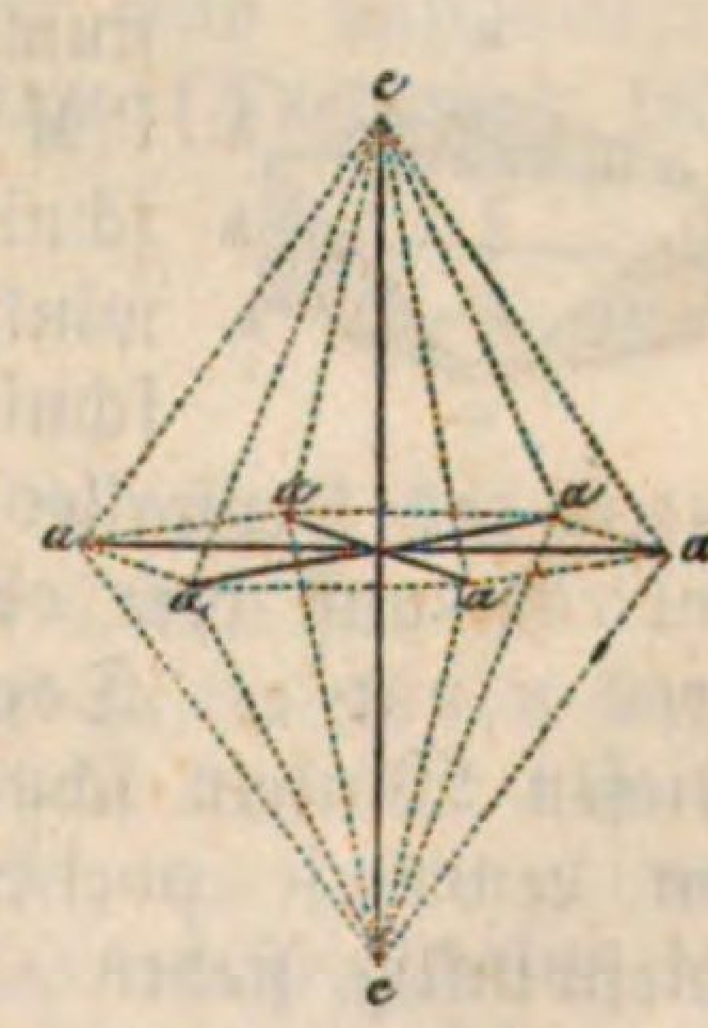
Wollen wir zu einem Rhomboeder das zugehörige Oktaeder suchen, so schreiben wir das dreigliedrige Tetraeder ein, dasselbe ist 3+3kantig,

denn es hat ein gleichseitiges Dreieck zur Basis, auf welchem sich drei gleichschenklige Dreiecke als Pyramide erheben, und aus diesem schneidet man dann das Oktaeder. Wir verfolgen die Sache nicht, weil sie zur Darstellung des Systems nicht nothwendig ist. Denn da das Rhomboeder vermöge der Congruenz der Flächen ins Gleichgewicht gebracht werden kann, so reicht es zur Bestimmung der drei gleichen und schiefen Axen a : a : a, welche von Mittelpunkt zu Mittelpunkt der Flächen gehen, wie die Axen der Würfel. Da aber durch diese Stellung die Symmetrie des Bildes gestört wird, und da ferner im Rhomboeder eine einzige 1 steht, welche die Ecken A (Nr. 4, pag. 16) verbindet, so stellt man den Krystall nach dieser Linie AA aufrecht, und nimmt dieselbe als Hauptaxe cc, gegen welche die drei Flächen P und drei Endkanten B eine gleiche Neigung haben, die Seitenkanten mit den Seitenecken liegen dann im Zickzack. Durch die Mitte der Zickzackkanten kann man ein reguläres Sechseck legen, denn jede Seite aa desselben geht der Diagonale EE parallel, ist also halb so groß, und da die drei horizontalen Diagonalen EE ein gleichseitiges Dreieck bilden, so muß das Sechseck regulär sein. Die Diagonalen dieses regulären Sechseckes aa sind untereinander gleich, halbiren und schneiden sich im Mittelpunkt unter 60°. Die Rhomboederfläche geht also von a : a : ∞a : c. Die Axe c steht senkrecht gegen die Axenebene der a. Die Hauptaxe c ist von a verschieden, wenn jedoch das Rhomboeder einen Endkantenwinkel von 98° 12′ 48″ hätte, so müßte c = a sein, ein nicht undenkbarer Fall.



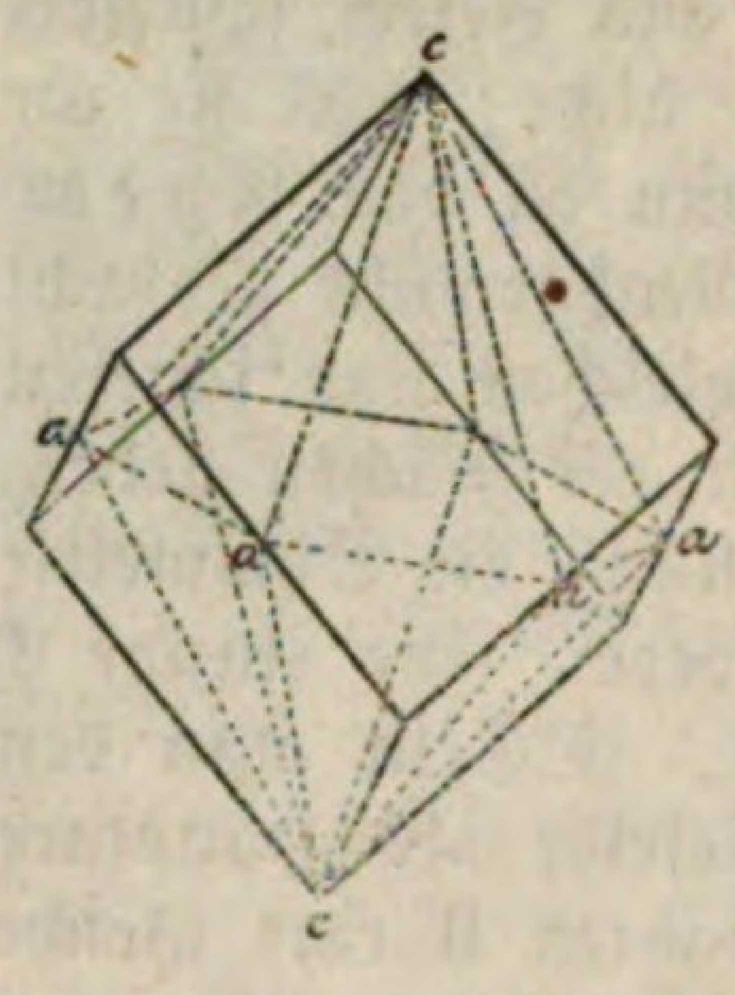
Macht man sich ein Axengestell dieses 3 + 1axigen Systems, so treten die Rhomboederflächen nur in den abwechselnden Sextanten auf, die andere Hälfte bleibt leer, legt man darin ebenfalls noch Flächen, so kommt das

Diheraeder mit 6 parallelen Paaren gleichschenkliger Dreiecke, deren Basen a : a in der Ebene der Axe a liegen; 6 Endkanten gehen von a : c, so daß die Hauptecke in der Axe c 6flächig und 6kantig ist, die 6 Seitenecken sind 2+2kantig.

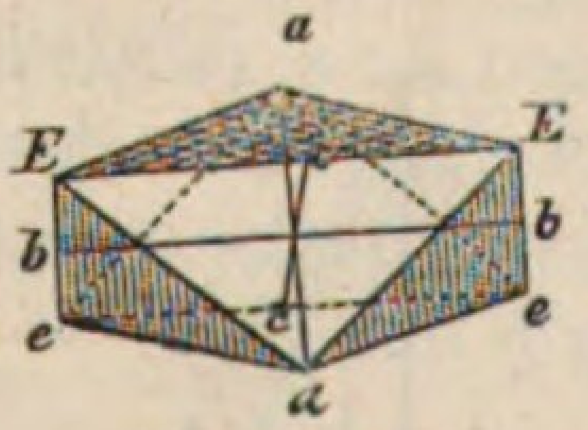


Man kann daher das Rhomboeder als den Halbflächner des Diheraeder ansehen, und deshalb ist das diheraedrische System auch wohl dirhomboedrisches genannt, da Prof. Weiß auf diese Eigenschaft schon 1809 aufmerksam machte. Schreibt man demnach auf eine Fläche 0, auf die anliegenden 1 rc., so geben die wachsenden Nullen und Eins je ein Rhomboeder, beide unterscheidet man in den Zeichen a : a : ∞a : c und $a^1 : a^1$: ∞a : c. Da man den Würfel als ein Rhomboeder ansehen kann, dessen Endkanten den Seitenkanten gleich geworden sind, so darf man ihn nur nach einer Ecke cc aufrecht stellen, die Zickzackkanten in a halbiren, so sind ca die Endkanten und aa die Seitenkanten des eingeschriebenen Diheraeders. Diese gefällige Diheraederform hat Endkante

131° 48′ 37″ (Winkel der gebrochenen Oktaederkante des Leucitoeder a : a : ½a) Seitenkante 109° 28′ 16″ (Winkel des regulären Oktaeder). Der Name Dihexaeder (Doppelwürfel) kann daher auch auf diesen Ursprung anspielen, und jedenfalls ist das die leichteste Weise, sich den Körper zu schneiden. Nach unserm Gange der Entwicklung, den ich auch in der Methode der Krystallographie eingeschlagen habe, sollte man das Dihexaeder als ein Dirhomboeder ansehen. Doch kommen andererseits beim Pyramidenwürfel a : ½a : ∞a und bei mehreren 48flächnern dihexaedrische Ecken vor, die selbstständig auftreten. Auch sind beim Quarz und andern die Flächen so gleichartig, daß Weiß den Namen *Quarzoeder* (Abh. Berl. Ak. 1814, pag. 324) für den Körper vorschlug. Später ist jedoch durch die Haidinger'schen Quarzzwillinge die Ansicht wieder so erschüttert, daß G. Rose (Abh. Berl. Ak. 1844) den Quarz entschieden auf ein Dirhomboeder zurückführen zu können meint. Auch mischt sich andererseits das Rhomboeder so auffallend mit dem Dihexaeder (Eisenglanz, Korund), daß zwischen dreigliedrigem und sechsgliedrigem Systeme keine scharfe Gränze gezogen werden kann.



5) Die *zwei und eingliedrigen Oktaeder* sind auch wieder zweierlei Art, 2+2flächig oder 2+1+1flächig. Das *2+1+1flächige* (schiefes Oblongoktaeder) hat noch einen oblongen Basalschnitt, aber die Dreiecke darüber sind dreierlei, die 1+1 sind gleichschenklig, sie haben gleiche Basen, aber die Schenkel des einen sind länger als die des andern, die zwei dagegen sind ungleichseitig und congruent. Stellt man das Oblongoktaeder nach seiner 4kantigen Ecke (a) aufrecht, und bewegt die Axe a in der Axenebene ac aus ihrer senkrechten Stellung ein wenig heraus, so kommt das verlangte Oktaeder. Wenn es sich blos um die Existenz und nicht um die Entwickelung desselben handelt, so darf man nur an der schiefen rhombischen Säule (Nr. 5) die hintere Ecke A durch x so abstumpfen, daß x/M = x/M, beide aber verschieden von P/M = D sind. Wir haben dann einen oblongen Basalschnitt EEee, in welchem sich die Axen bb und cc rechtwinklig schneiden, dagegen bilden die beiden andern Basalschnitte congruente Rhomboide. Daraus folgt die Symmetrie des Krystalles von links und rechts, und eine Ebene aca'c muß senkrecht auf dem oblongen Basalschnitt stehen, folglich auch b auf die Axen a und c. Dagegen zeigt die Rechnung, daß a und c sich unter schiefen Winkeln schneiden. Wir haben also drei verschiedene Axen abc, von denen je zwei ab und bc auf einander rechtwinklig, ac dagegen schiefwinklig stehen. Den stumpfen Winkel kehrt man gewöhnlich auf die Vorderseite a, und den scharfen auf die hintere a'. (In der Figur ist Axe cc etwas aus der Lage gerückt, weil sie sonst nicht sichtbar würde, wenn man sie parallel Ee zeichnete, wie sie in der Natur geht).

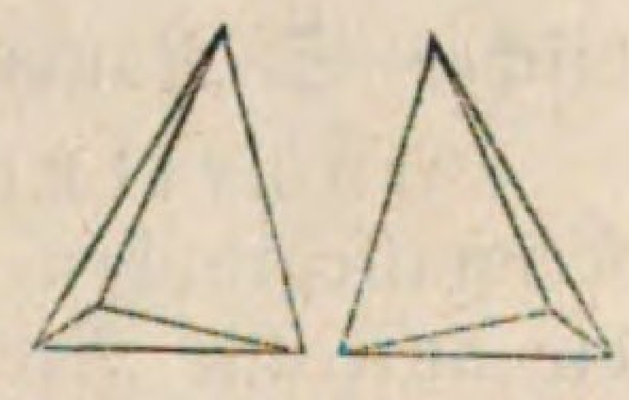


Das *2+2flächige Oktaeder* pag. 22 leitet man aus der rechtwinkligen Säule mit Schiefendfläche Nr. 8, pag. 17 ab: da die vordern Ecken EE andere sind als hintere AA, so können die vier Flächen nicht mehr congruent sein, wie man leicht aus dem zugehörigen Tetraide sieht. Jedes

Paar Ecken gibt ein Paar Flächen abc und a'bc (Augitartiges von Weiß, Diëder de l'Isle), und sämmtliche Dreiecke sind ungleichseitig, weil die drei Kanten des Hexaides ungleich lang sind. Die von Ecke zu Ecke gehenden Oktaederaxen sind den Kanten des zugehörigen Hexaides parallel, schneiden sich also wie diese unter zwei rechten und einem schiefen Winkel. Die Basalschnitte selbst sind zwei verschiedene Rhomben aba'b und bcbc', und ein Rhomboid aca'c'. Auch dieses Oktaeder bleibt noch nach links und rechts symmetrisch, wird nur vorn anders als hinten, und jede zwei Augitpaare müssen ein solches geben, wofern sie nicht in einer Zone liegen.

6) Das eingliedrige Oktaeder hat weder zwei gleiche Flächen, noch zwei gleiche Kanten, alles tritt nur einzig auf, versteht sich immer, daß man das Parallele nicht mitzählt. Zwar läßt sich aus der Oblongsäule mit doppeltschiefer Endfläche noch ein Oktaeder ableiten, an dem die zwei der oblongen Säule entsprechenden Axenebenen senkrecht stehen, allein einen Einfluß kann das auf die Zahl nicht üben.

Betrachten wir die Tetraide für sich, so zerfallen sie in zwei merkwürdige Gruppen, in symmetrische und unsymmetrische. Zu den symmetrischen gehören das reguläre, viergliedrige, dreigliedrige, und von den zwei- und zwei und eingliedrigen die aus dem geraden und schiefen Oblongoktaeder. Hier sind beide das Tetraid und Gegentetraid einander congruent. Anders ist es dagegen bei den unsymmetrischen. Schneidet man sich aus der Oblongsäule mit Gradendfläche (Nr. 3) beide Tetraide, so sind sie zwar von gleichen Flächen und Kanten begränzt, man kann sie aber nicht parallel neben einander stellen, sondern wenn man sie auf eine Fläche neben einander legt, so schaut das eine mit seiner Spitze nach links, das andere nach rechts: das eine ist also umgekehrt dem andern gleich und congruent. Aehnliche Unsymmetrie findet sich bei dem Tetraide der Oblongsäule mit Schiefendfläche (Nr. 8), es ist 2+2flächig. Endlich auch bei den 1+1+1+1flächigen. Naumann nennt die nicht regulären Sphenoide, Haidinger das unsymmetrisch zweigliedrige Tartaroid, weil es beim Weinstein (Tartarus) selbstständig vorkommt.

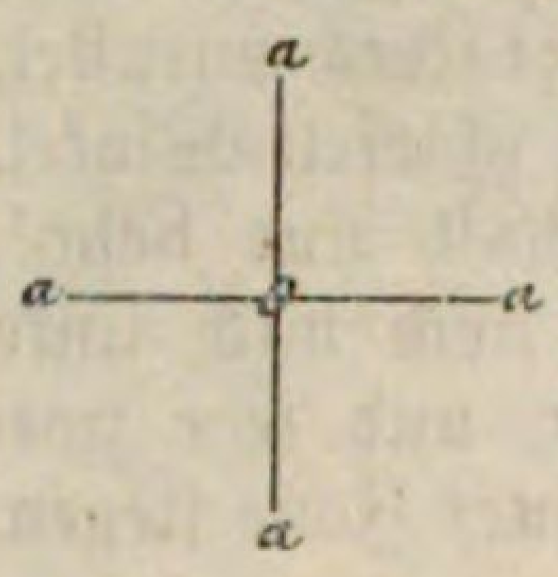


Die Axen.

Nachdem wir uns überzeugt haben, daß aus je vier beliebigen sich in 6 Zonen schneidenden Flächen ein Oktaid entsteht, in welchem drei Linien (Axen) sich im Mittelpunkte halbiren, so können wir nun von diesen Linien sprechen. Die Axen gehen entweder alle drei von Ecke zu Ecke, oder nur eine von Ecke zu Ecke, die andern beiden den Seiten eines Basalschnittes parallel. Wie alles am Krystall beweglich gedacht werden muß, so auch diese Linien: es sind Richtungen, die in jedem Punkte des Krystalls wirken. Von ihrer Kenntniß, die wir lediglich dem Herrn Prof. Weiß verdanken, datirt eine ganz neue Epoche der Krystallographie. Alles, was Spätere daran gemodelt haben, hat den Kern der Sache nur wieder verhüllt. Die Axenrichtungen allein sind die wirkenden Kräfte, als deren Resultanten die Flächen gedacht werden müssen, namentlich darf man auch nicht Axenebenen an ihre Stelle setzen.

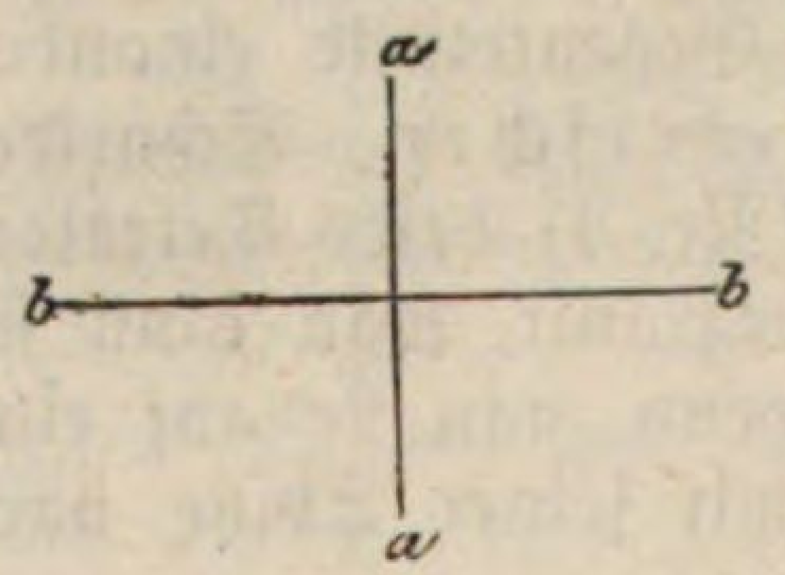
I. Alle drei Axen wirken auf einander rechtwinklig (orthometrisch):

1) Die gleichen Axen a:a:a bestimmen uns das reguläre Oktaeder: man darf sich nur zwei gleiche Linien aa und aa, die sich in o halbiren, auf das Blatt zeichnen, und dann eine dritte gleich lange Linie oa in o senkrecht gegen das Blatt erheben, so hat man die einfachste Anschauung vom regulären Oktaeder. Das Zeichen a : a : a ist so einfach, daß es weiter keiner Symbole bedarf, auch liegt darin von selbst, wegen der vier gleichen Quadranten, die Vierdeutigkeit des Zeichens: Tessularisches S. Mohs, Isometrisches S. Hausmann, Tesseral-S. Naumann.



2) 2+1 Axe a:a:c bestimmen uns das viergliedrige Oktaeder: man darf sich nur die aufrechte Axe c (Hauptaxe) größer oder kleiner als a denken, so haben wir die Anschauung. Das Zeichen deutet gleich an, daß die Seitenkanten a : a von den Endkanten a : c verschieden seien, und daß die Dreiecke congruent und gleichschenklig sein müssen. Pyramidal-S. Mohs, monodimetrisches Hausmann, Tetragonal-S. Naumann.

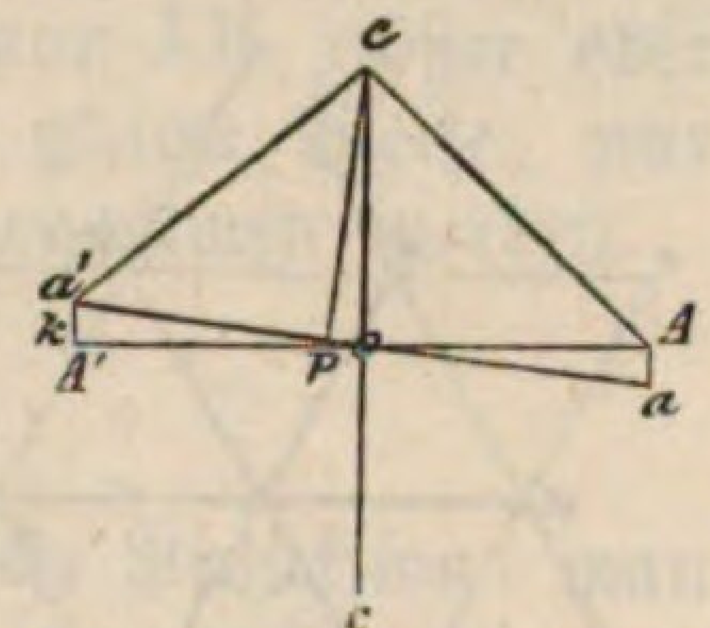
3) 1+1+1 Axe a:b:c bestimmen uns das zweigliedrige Oktaeder: die aufrechte Hauptaxe nennt Weiß immer c, die nach vorn gehende a und die seitliche b. Wir ersehen daraus, daß die dreierlei Kanten a : b (Seitenkante), a : c (vordere Endkante) und b : c (seitliche Endkante) von einander verschieden, und folglich die vier Flächen ungleichseitige congruente Dreiecke sein müssen. Orthotypes S. Mohs, rhombisches S. Naumann.



Anmerkung. Leider herrscht in der Benennung der Axen bei den Krystallographen keine Uebereinstimmung. Mohs und Naumann nennen die aufrechte Axe a (unser c), dagegen stimmt b Naumann mit b Weiß, aber mit c Mohs, und c Naumann mit a Weiß und b Mohs. Der Mathematiker wird übrigens leichter die aufrechte Axe als c merken, weil sie in der Coordinaten-Theorie der Axe der Z entspricht. Abgesehen davon, daß beim viergliedrigen System die Symmetrie mit dem regulären verlangt, die beiden gleichen Axen noch a : a zu nennen und die aufrechte c. Und warum denn von der Bezeichnung des Begründers der Axen abweichen?

II. Nicht alle drei Axen wirken auf einander rechtwinklig (klinometrisch). Die Frage, ob die unbedeutende Schiefe einzelner Axen auf einander, welche nach scharfen Messungen anzunehmen man öfter gezwungen ist, nur von Störungen in der Ausbildung herrühren oder im tiefern Innern des Krystalls ihren Grund haben, ist noch nicht entschieden. Jedenfalls erwächst mit schiefen Axen eine größere Mühe des Rechnens, wo man daher rechtwinklige Axen nehmen kann, verdienen sie unbedingt den Vorzug. Wo man dagegen schiefe Winkel nehmen muß, da wähle man die Axen wenigstens so, daß sie den rechtwinkligen möglichst nahe kommen. So macht es Herr Prof. Weiß. Mohs und Naumann dagegen sagen, da nun einmal schiefwinklige Axen

gefunden werden, so nehmen wir sie auch recht schief. Dadurch erleiden die Flächen eine sehr verschiedene Bezeichnung, was das Lesen verschiedener Lehrbücher außerordentlich erschwert.



Von den ungleichen Axen a : b : c weicht die c in der Axenebene ac nur um Weniges vom rechten Winkel ab, zwei und eingliedriges Oktaeder. Man stellt das Oktaeder gern so, daß der stumpfe Winkel coa nach vorn schaut, dann liegt der scharfe coa' hinten. Natürlich ist nun Kante a : c vorn von a' : c hinten verschieden, während die beiden seitlichen Endkanten b : c und die beiden Seitenkanten a : b links und rechts je einander noch gleich bleiben. Die Oktaederflächen theilen sich daher in 2+2 ungleichseitige Dreiecke, das System kann es nicht mehr zu vier gleichen Gliedern bringen. Da die Axe b senkrecht auf die Axenebene ac bleibt, so müssen boc und boa noch rechte Winkel sein. Behufs der Rechnung ziehe man eine Linie AA' senkrecht gegen cc und Aa parallel cc, so kann man mit der rechtwinkligen Axe oA rechnen, in dem man das kleine Perpendikel aA = k als Correktion in die Formel einführt. Der Winkel aoA zeigt die Abweichung vom rechten an. Mohs fällt dagegen ein Perpendikel cp auf aa', und nennt den Winkel pco (= Aoa) die Abweichung. Hemiorthotypes S. Mohs, monoklinometrisches Naumann.

Man könnte sich bei diesem monoklinometrischen System zwei Axen, ja selbst alle drei einander gleich denken, und doch könnte es wegen der schiefen Axen zu keiner größern Gleichheit der Glieder als 2 kommen.

5) Von den ungleichen Axen a : b : c können je zwei ac und bc oder sogar alle auf einander schief stehen, eingliedriges Oktaeder. Hier können nicht zwei Glieder mehr gleich sein. Zwar könnte man meinen, wenn noch ein Axenpaar ab auf einander senkrecht stünde, müßten beide Kanten ab links und rechts einander noch gleich bleiben. Allein man sieht sogleich, daß sie gegen die aufrechte c, welche auf Ebene a windschief steht, nicht mehr symmetrisch liegen, folglich auch nicht mehr gleich sein können. Anorthotypes S. Mohs, triklinometrisches Naumann.

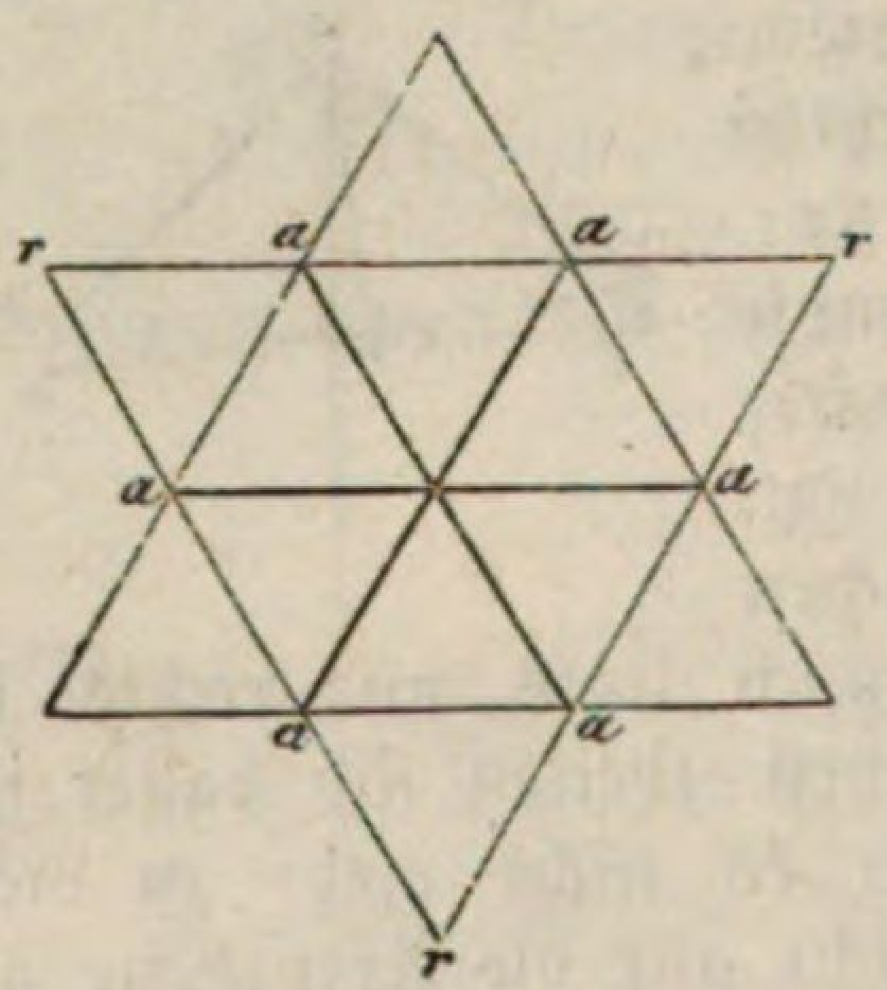
Naumann unterscheidet noch ein diklinometrisches System, schiebt statt der linearen Dimensionen die Axenebenen unter: es muß dabei noch ein Paar Axenebenen z. B. Ebene ab auf bc senkrecht stehen. Auf die Symmetrie des Krystalls hat das gar keinen Einfluß, und merkwürdiger Weise kann bei diesem Naumannschen System von den drei Lineardimensionen a : b : c keine auf der andern senkrecht stehen. Man macht sich dieses leicht an einer oblongen Säule mit doppelt schiefer Endfläche klar, an welcher keine der Kanten auf einander senkrecht stehen kann. Und umgekehrt, wenn ein Paar der Kanten auf einander rechtwinklig steht, so kann kein Paar der Axenebenen einen rechten Winkel bilden. Das ist ein merkwürdiger Widerspruch! Method. Kryst. pag. 129.

III. Drei und einaxige Systeme. Die eine Hauptaxe c steht aufrecht und senkrecht gegen die drei gleichen Nebenaxen aaa, welche sich unter 60° schneiden.

6. a) Sechsgliedriges System. Denkt man sich die Axe c aufrecht, so kann man durch c : a : a : ∞a eine Fläche legen, die sechsmal

wiederkehrt, also ein Dihexaeder bilden muß. Die Seitenkanten a : a sind von den Endkanten a : c verschieden.

6. b) Dreigliedriges System. Denkt man sich dagegen nur die

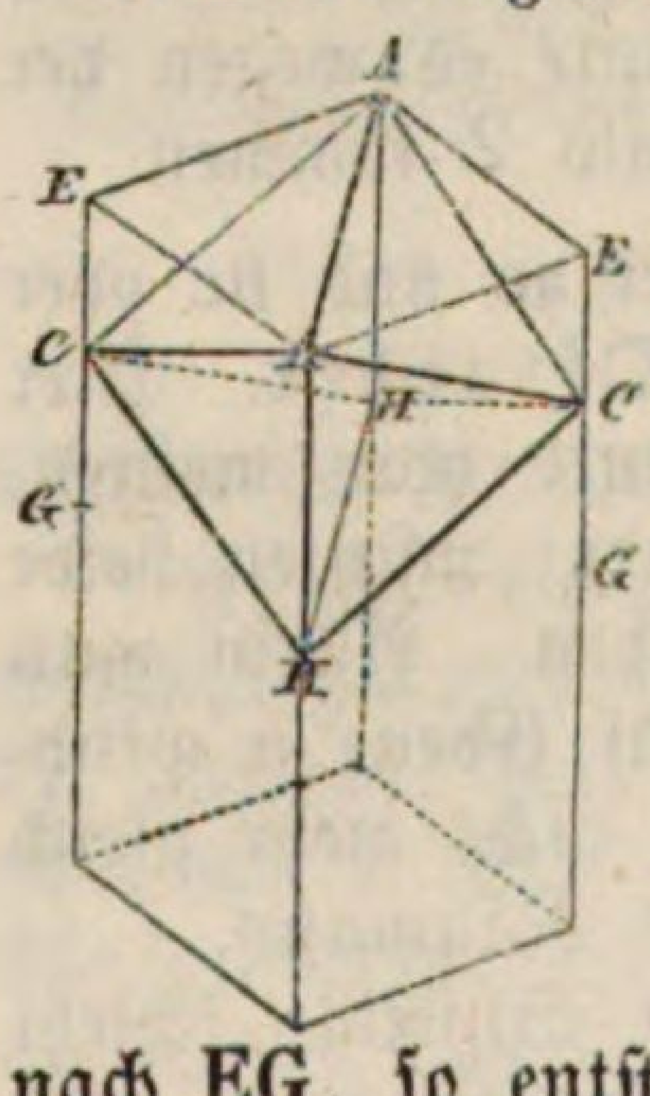


abwechselnden Sextanten ausgefüllt, so entsteht in c eine rhomboedrische Ecke. Man sieht leicht ein, daß die Ausfüllung der andern Hälfte ein Gegenrhomboeder rrr geben muß, das sich nur durch seine Stellung vom ersten unterscheidet. — Bezeichnet man das eine mit $\frac{1}{2}(c : a : a : \infty a)$, so schreibt man das andere $\frac{1}{2}(c : a^1 : a^1 : \infty a)$. Die Sache wird klar, wenn man das vergleicht, was oben pag. 24 beim Rhomboeder gesagt wurde.

Verfertigung der Oktaide.

Da sich in jedes Hexaid ein Tetraid einschreiben läßt, aus diesem aber das Oktaid folgt, so könnte man auf diese Weise sich leicht alle Oktaide verschaffen, wenn man dazu nicht zu viel Holz brauchte, abgesehen davon, daß die Schnitte der Hexaide wieder alle genommen werden. Am besten ist es daher, man verfertigt sie alle aus der Säule.

Das reguläre Oktaeder entsteht aus der geraden rhombischen

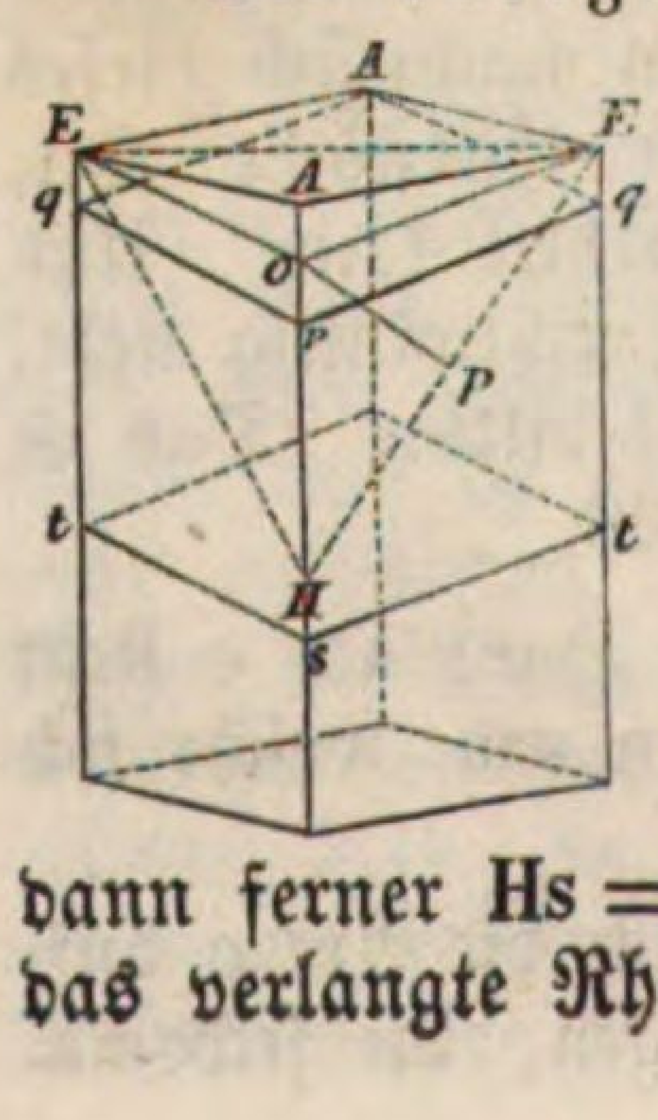


Säule von $109\frac{1}{2}^0$ $(1 : \sqrt{2})$, da dieß der Oktaederwinkel ist. Zu dem Ende trage man die kurze Diagonale AA nach AH, mache EG = AH, halbire diese in C, ziehe von C nach den vier Punkten AAHH, so entsteht das Oktaeder CAAHHC. Der Beweis ist leicht zu führen.

Die viergliedrigen Oktaeder entstehen aus geraden rhombischen Säulen von einem Winkel, der den Seitenkanten des verlangten Oktaeders entspricht. Man verfährt bei der Bereitung ganz wie vorhin. Legt man die kurze Diagonale AA nach AH, so entsteht ein scharfes, legt man dagegen die lange Diagonale EE nach EG, so entsteht ein stumpfes Oktaeder.

Würde man AH länger oder kürzer als AA machen, und EG = AH in C halbiren, so entstünde ein Oblongoktaeder.

Die dreigliedrigen Oktaeder macht man aus dem Rhom-



boeder. Das Rhomboeder aber am besten aus der geraden rhombischen Säule: zu dem Ende trägt man EE nach EH, errichtet im Halbirungspunkt p ein Perpendikel op, so ist oEEH die Endecke eines Rhomboeders von dem Endkantenwinkel der Kante H. Da die Rhomboederfläche oEE erst durch den Mittelpunkt der Gradendfläche AEAE geht, so kann man sie leicht durch das hintere A legen, man macht nur vorn Ao = or = Eq, so geht die Rhomboederfläche durch Aqrq. Mache ich dann ferner Hs = Ao, und ziehe durch s Parallelen, so ist **stqrqtA das verlangte Rhomboeder.**

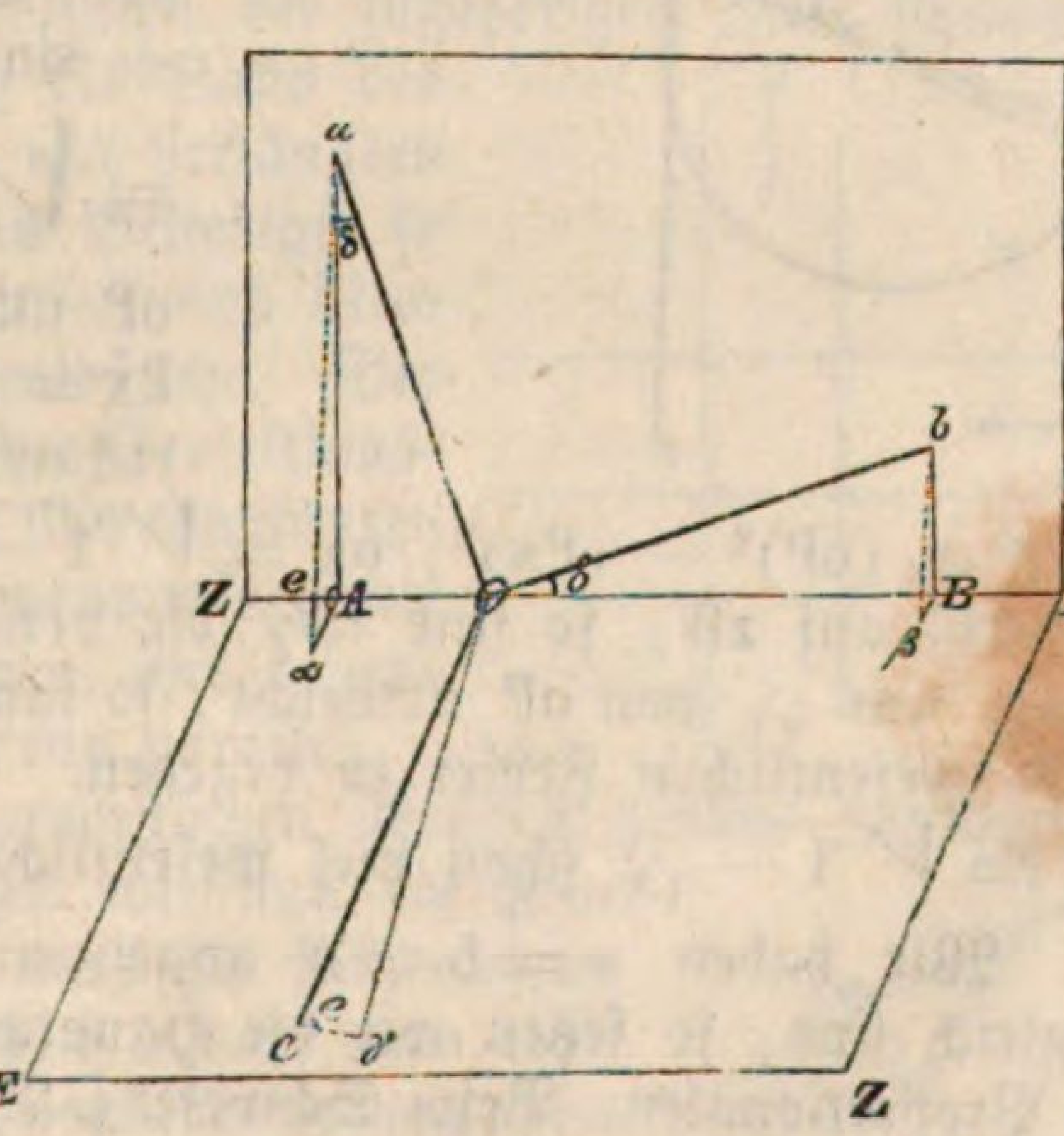
Das zweigliedrige Oktaeder macht man aus rhombischen Säulen mit Schiefendfläche. Wäre AEAE eine solche, so trüge man wieder AA nach AH, machte EG = AH, halbirte in C, und zöge das Oktaeder CAAHHC.

Ein zwei und eingliedriges käme, sobald man AH größer oder kleiner als AA machte; das eingliedrige auf die gleiche Weise, nur muß statt der schiefen eine doppelt schiefe Endfläche genommen werden.

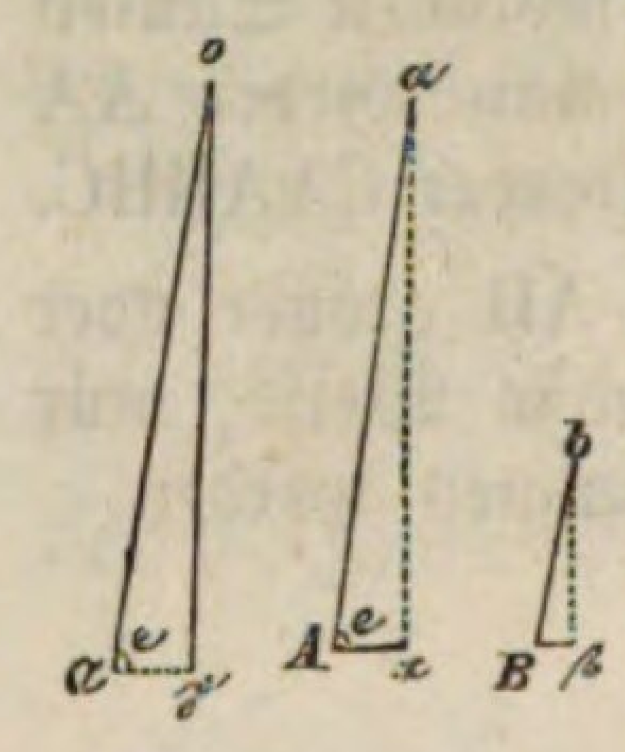
Die Zeichnung der Oktaide

ist gewöhnlich eine geometrische d. h. eine orthographische Projektion: man fälle von den Ecken der Oktaide senkrechte auf die Zeichnungsebene, verbinde die Orte durch die erforderlichen 12 Kanten, so ist das Bild fertig. Denkt man das Auge im Unendlichen und so gegen Krystall- und Zeichnungsebene gestellt, daß ein Gesichtsstrahl durch den Mittelpunkt des Krystalls senkrecht gegen die Zeichnungsebene steht, so sieht man den Krystall in unserm geometrischen Bilde. Dasselbe erscheint zwar etwas verzogen, aber alle parallelen Kanten bleiben sich parallel. Da die Ecken der Oktaide den Endpunkten der drei Axen entsprechen, so fällt die Aufgabe mit der Projektion der drei Axen abc zusammen. Wir wollen den einfachsten Fall annehmen, wo dieselben auf einander rechtwinklig stehen und gleich sind. Die Zeichnungsebene denkt man sich gewöhnlich durch den Mittelpunkt gelegt, sie muß dann den Krystall halbiren, die Kanten der vordern Hälfte zeichne man mit dickern, die der hintern Hälfte mit dünnern Linien, wodurch das Bild durchsichtig wird. Liegt die Zeichnungsebene in den Seitenaxen ab, so gibt das die Horizontalprojektion: in diesem Falle erscheint c als Mittelpunkt, weil alle Gesichtsstrahlen (Perpendikel) der Axe c parallel gehen, und a und b erscheinen in ihrer natürlichen Größe. Aehnlich die Bilder in den Axenebenen ac und bc (Vertikalprojektionen). Nicht so leicht bekommt man

die schiefe Projektion. Zu dem Ende lege Hauptaxe c in die Zeichnungsebene ZE, die in der Ebene des Papiers gedacht ist, und drehe die Seitenaxen ab so lange um die Hauptaxe c, bis die Projektion von b um rmal länger ist als die von a. Nennen wir den Drehungswinkel, welchen b dann mit der Zeichnungsebene ZE macht, δ, so ist die Projektion von a = oA = sin δ, von b = oB = cos δ, folglich r · sin δ = cos δ, r = cotg δ. Jetzt drehen wir das ganze Axensystem um die Linie ZE so lange,



bis der Projektionspunkt der Axe a (α) von ZE um $\frac{1}{s}$ Länge der ersten Projektion (also $\frac{1}{s}$ OA = Aα) von ZE absteht. Der Winkel, welchen die Axenebene ab mit der Zeichnungsebene macht, heiße dann e. Nennen



wir den Ort von b mit β, so haben wir zwei ähnliche Dreiecke $aA\alpha$ und $bB\beta$ mit dem Winkel e. Da weiter die Axe c sich um $90^0 - e$ aus der Zeichnungsebene erhebt, so ist ihre Projektion $o\gamma = \sin e$, und das Dreieck $oc\gamma$ ebenfalls den ersten beiden ähnlich. Es ist aber $aA = \cos\delta$, $bB = \sin\delta = \frac{\cos\delta}{r}$, ferner wurde $A\alpha = \frac{\sin\delta}{s}$ angenommen, da nun $Aa : A\alpha = Bb : B\beta$, so ist

$$\cos\delta : \frac{\sin\delta}{s} = \frac{\cos\delta}{r} : B\beta,\ B\beta = \frac{\sin\delta}{rs}.$$ Ferner

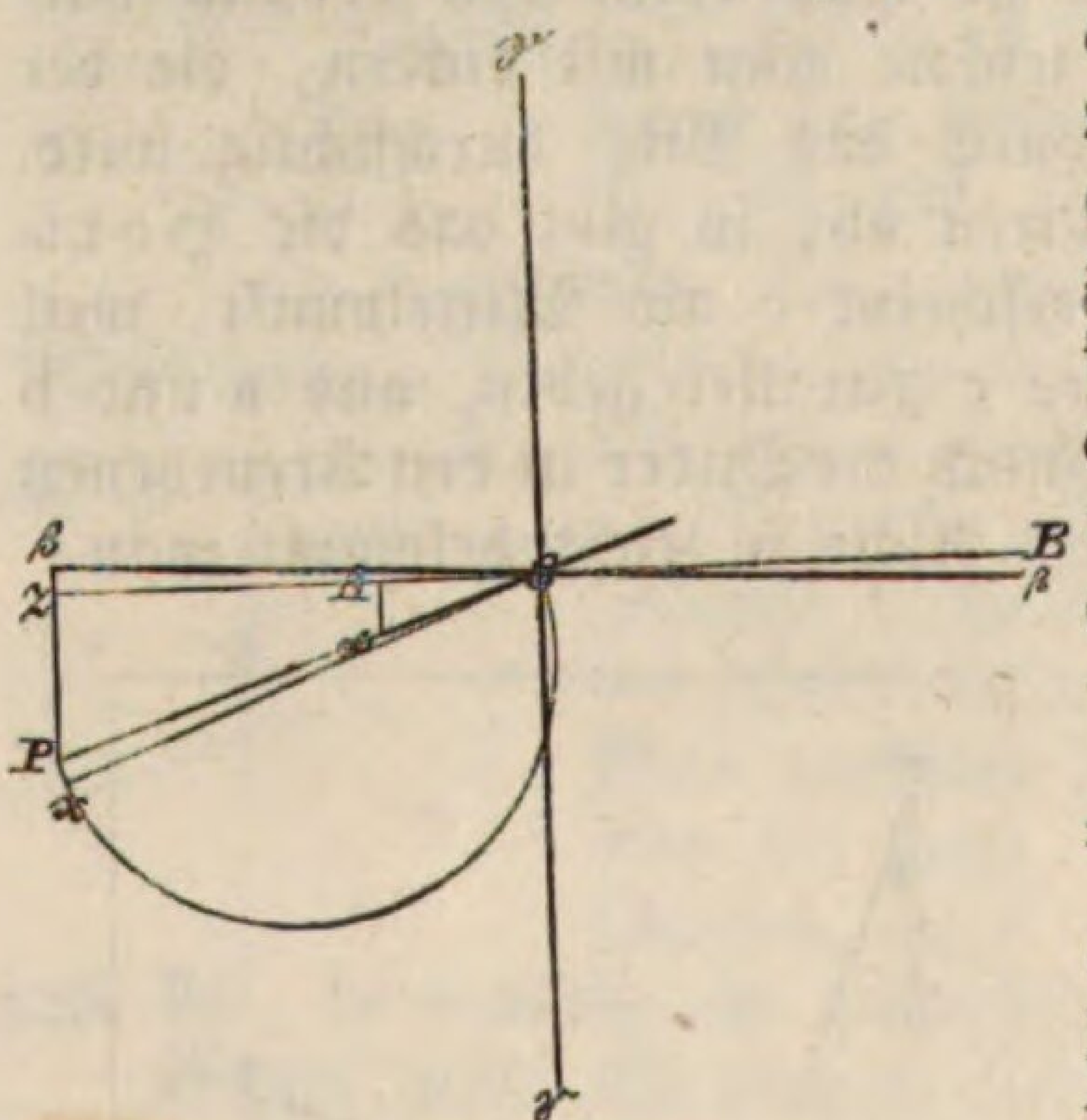
$$co : c\gamma = Aa : A\alpha, \text{ oder}$$

$$1 : c\gamma = \cos\delta : \frac{\sin\delta}{s},\ c\gamma = \frac{tg\,\delta}{s},\ tg\,\delta = \frac{1}{r}, \text{ also}$$

$$c\gamma = \frac{1}{rs},\ o\gamma = \sqrt{1 - \frac{1}{r^2s^2}} = \frac{1}{rs}\sqrt{r^2s^2 - 1}$$

$$\frac{o\gamma}{c\gamma} = tg e = \sqrt{r^2s^2 - 1}.$$

Construction: setzen wir $r = s = 3$, dann ist $\delta = 18^0\,26'$, $e = 83^0\,37'$. Ziehe eine beliebige Linie $zB = 2\cos\delta$, theile sie in 6 Theile, und errichte das Perpendikel $ZP = \frac{1}{6} ZB = \sin\delta$, ziehe von P nach dem Mittelpunkte o, so ist $o\alpha = \frac{1}{3} oP$ die Axe a, weil $\alpha A = \frac{1}{3}\sin\delta$. Mache ferner $z\beta = \frac{1}{3} A\alpha = \frac{1}{9}\sin\delta$ [1]), so ist $o\beta$ die zweite Seitenaxe. Da $(oP)^2 = (oz)^2 + (zP)^2 = \cos^2\delta + \sin^2\delta = 1$, die dritte Axe $c = o\gamma = \sqrt{1 - \frac{1}{r^2s^2}}$ ist, so darf ich über oP nur einen Halbkreis beschreiben, und $Px = z\beta = \frac{1}{9}\sin\delta$ hineintragen, so ist im rechtwinklichen Dreiecke oPx,



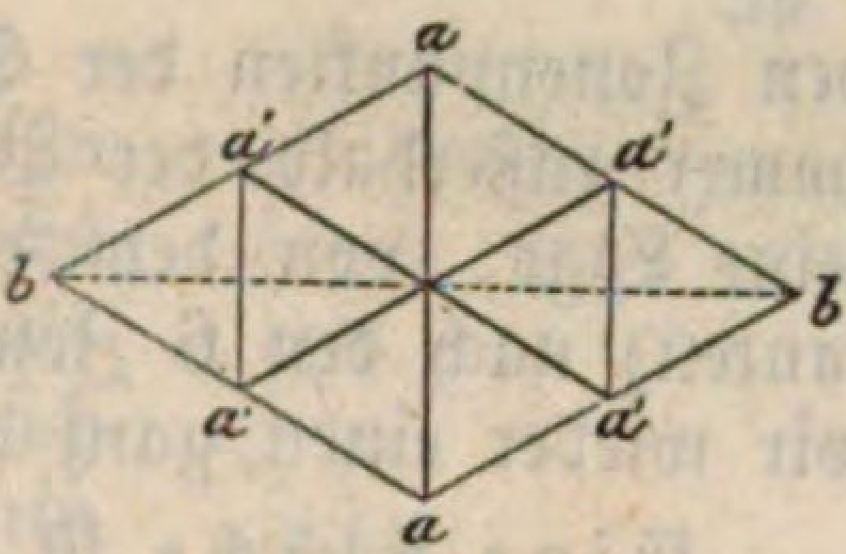
$(ox)^2 = (oP)^2 - (Px)^2$, $ox = \sqrt{1 - \frac{1}{81}}$, mache ich dann $ox = o\gamma$ senkrecht auf zB, so sind $\alpha\beta\gamma$ die verlangten Projektionslinien. Da ox immer nur $\frac{1}{81}$ von oP abweicht, so kann ich auch $oP = o\gamma$ machen, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen. Wenn $r = s = 2$ wäre, so wäre $ox = \sqrt{1 - \frac{1}{16}}$ schon viel wesentlicher unterschieden.

Wir haben $a = b = c$ angenommen. Wenn die Axen nun aber ungleich sind, so setzen wir die Hauptaxe $c = 1$, und suchen für a und b die Proportionalen. Beim Schwefel z. B. ist $a : b = 0{,}427 : 0{,}527$, nehme ich also etwa $a = 0{,}4\alpha$ und $b = 0{,}5\beta$, so kommen die Axen des verlangten Rhombenoktaeders.

---

1) Wir dürfen nur $A\alpha$ auf zP von z oder P aus auftragen, und von dem neuen Punkte zum Mittelpunkte o ziehen, so schneidet diese von $A\alpha$ ein Drittheil ab.

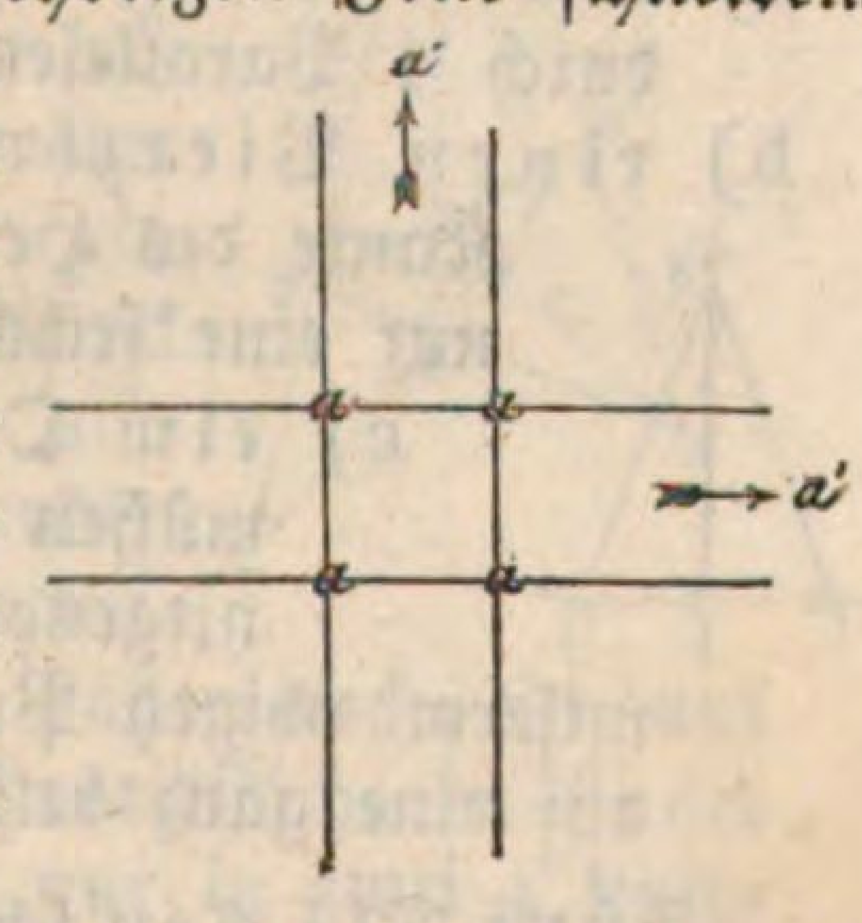
Das Dihexaeder sieht man als ein Rhombenoktaeder $a:b:c$ nebst einem Paar $c:\frac{1}{2}b:\infty a$ an, $b = a\sqrt{3}$. Man konstruire erst das Rhombenoktaeder $a:b:c$, halbire dann die Kante ab in a', so sind die Verbindungslinien $a'a'$ die gesuchten beiden andern Nebenaxen. Es ist für diese Stellung nicht unvortheilhaft, wenn man $r = 3$ und $s = 2$ nimmt, dann ist Winkel $\varepsilon = 80^0\ 25'$.



Projektionslehre.

Wer von Krystallen schnell ein klares Bild bekommen will, muß sich vor allem mit der Projektion vertraut machen. Ich habe sie in meiner „Methode der Krystallographie 1840" weitläufig auseinander gesetzt. Sie besteht darin, daß ich alle Flächen durch einen Punkt (Scheitelpunkt) lege, und dieselben dann eine beliebige Ebene (Projektionsebene) schneiden lasse. Wenn ich nun alle Flächen durch einen Punkt lege, so müssen nothwendig die Parallelen zusammenfallen. Jeder zwischen zwei Parallelebenen liegende Raum (Krystallraum, Parallelraum) wird also durch eine Ebene (Reduktionsebene) vertreten. Jede Reduktionsebene muß die Projektionsebene in einer geraden Linie (Sektionslinie) schneiden, nur die eine nicht, welche der Projektionsebene parallel geht. Alle Flächen, welche in einer Zone liegen, müssen dann in einer gemeinsamen Linie (Zonenaxe) sich schneiden. Die Zonenaxen selbst strahlen alle vom Scheitelpunkte aus, treffen die Projektionsebene unter Punkten (Zonenpunkten), in welchen sich sämmtliche Sektionslinien der zugehörigen Zone schneiden.

Beispiel. Legen wir durch die Basis des Quadratoktaeders eine Ebene aaaa, und verlängern dann die Seiten des Quadrats ins Beliebige, so liefern die vier sich kreuzenden Linien das Projektionsbild auf der zugehörigen Geradfläche. Der Endpunkt c wird in der Mitte über der Projektionsebene gedacht, von hier strahlen die vier Endkanten ca aus, so daß aaaa ihre vier Zonenpunkte sind. Die Punkte a'a' liegen im Unendlichen, ihre Zonenaxe ca' geht also der Projektionsebene parallel.



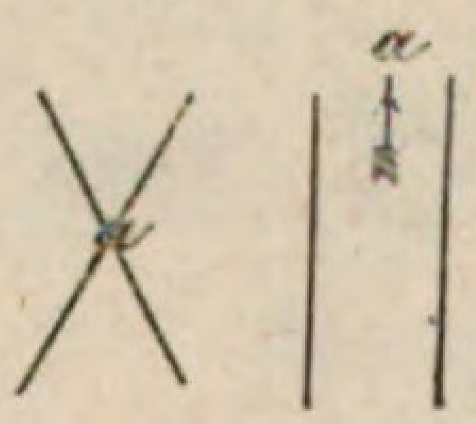
Denken wir jetzt die vier Oktaederflächen über sich hinaus verlängert, aber fest in ihrer Lage, und bewegen wir nun die Projektionsebene beliebig dagegen, so muß im Allgemeinen das Projektionsbild aaaaa'a' entstehen, worin aaaa noch die Endkanten, und a'a' die Seitenkantenzonenpunkte bezeichnen. Man macht sich dieses leicht klar, wenn man vom Oktaeder die Endecke beliebig wegschneidet, ohne daß eine Endkante der andern gleich getroffen wird. Diese Fläche wird dann das Trapezoid aaaa sein, dessen Seiten über sich hinaus verlängert zu



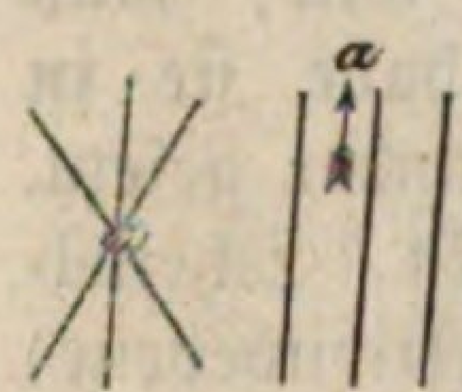
den Zonenpunkten der Seitenkanten (a'a') führen. Der Endpunkt c hat immer außerhalb der Projektionsebene irgendwo in einem festen Punkte seine Lage, von dem dann alle Zonenaxen (in diesem Falle Oktaederkanten) nach den 6 Zonenpunkten hinstrahlen. Dieß eingesehen können wir wieder einen ganz allgemeinen Gang einschlagen.

Eine Fläche ist durch eine Linie dargestellt, so lange sie der Projektionsebene P nicht parallel geht.

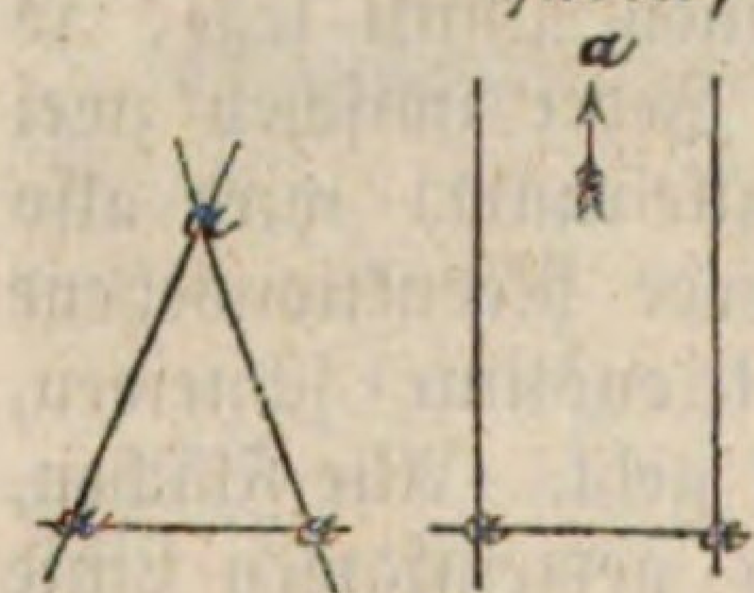
Zwei Flächen erzeugen ein Kreuz, solange die Projektionsebene die Zonenaxe schneidet; läuft dagegen die P der Zonenaxe parallel, so müssen die Sektionslinien auch einander parallel gehen, der Zonenpunkt a muß im Unendlichen liegen. Geht endlich P einer der Flächen parallel, so bleibt nur noch eine Sektionslinie.



Drei Flächen bilden entweder eine *sechsseitige Säule*, und zeichnen sich dann durch ein dreilinigtes Kreuz oder drei Parallelen aus, solange P eine vierte hinzutretende Ebene ist; oder ein



Hexaid, dieses muß im Allgemeinen drei Zonenpunkte haben, wovon einer im Unendlichen liegen kann, wenn die P einer Hexaidkante parallel läuft, wie das in der zweiten Figur der Fall ist, woran der Pfeil den im Unendlichen liegenden dritten Punkt anzeigt. Wird dagegen eine Hexaidfläche zur Projektionsebene, d. h. geht P einer Hexaidfläche parallel, so bleibt für das Projektionsbild nur ein einfaches Kreuz, weil die dritte Ebene nicht zum Schnitt kommt.



Vier Flächen geben dreierlei:

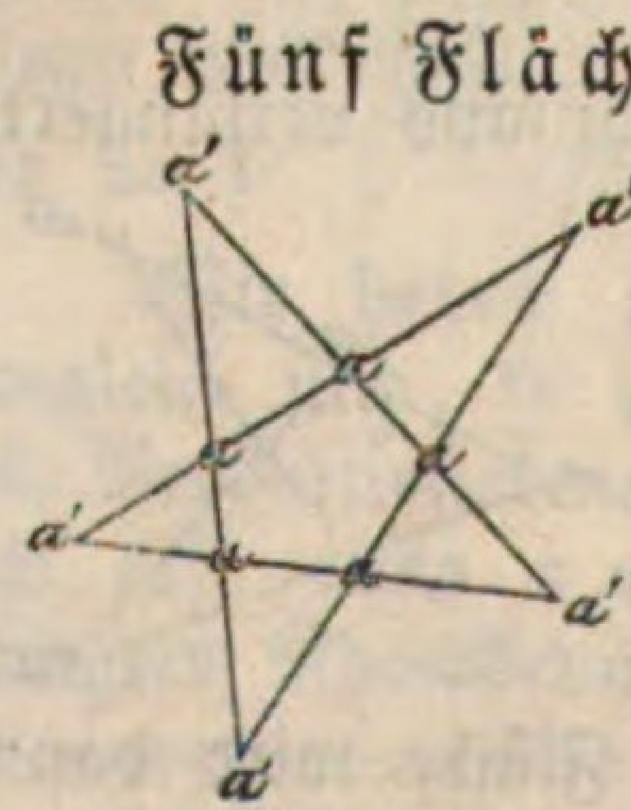
a) *eine 8seitige Säule*, durch ein vierlinigtes Kreuz, oder auch durch 4 Parallelen dargestellt;

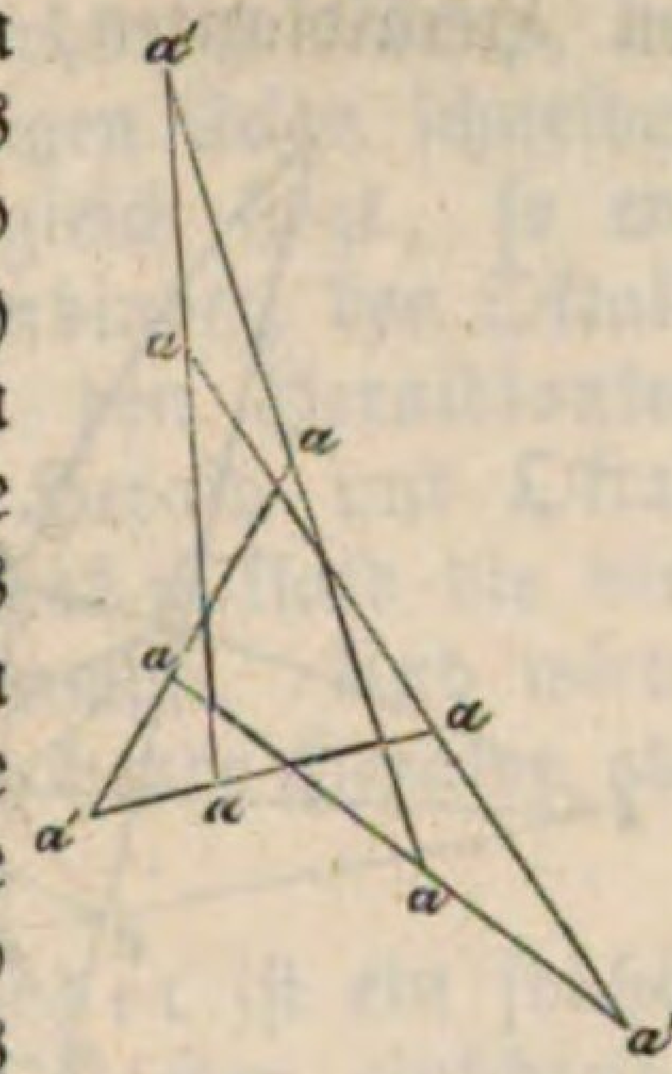
b) *einen Vierzonenkörper* aaab, worin die 4te Ebene ab die Kante des Hexaides aab abstumpft. Es bezeichnet das offenbar nur eine sechsseitige Säule b mit Endfläche aaa. Endlich



c) *ein Oktaid*, den allgemeinsten Fall: die vier Linien müssen sich in 1+2+3 = 6 Punkten schneiden, weil nirgends drei in eine Zone fallen. Wir sind damit bei unserm obigen Projektionsbilde wieder angelangt, wo das Oktaid auf eine ganz beliebige Fläche projicirt wurde.

Fünf Flächen schneiden sich im Allgemeinen in 1+2+3+4 = 10 Punkten, wovon fünf aaaaa in einem Fünfeck, und fünf a'a'a'a'a' außerhalb des Fünfecks liegen. Es würde uns das zu jenem merkwürdigen *Pentagonalsysteme* führen, was zwar in der Krystallographie keine Existenz hat, das aber bei der Gebirgslehre durch E. de Beaumont mit so vielem Scharfsinne Anwendung gefunden hat. Man kann diese Figur mit einem Federzuge (Druidenfuß) darstellen. Es entwickelt sich hier alles hauptsächlich nach der Zahl fünf.

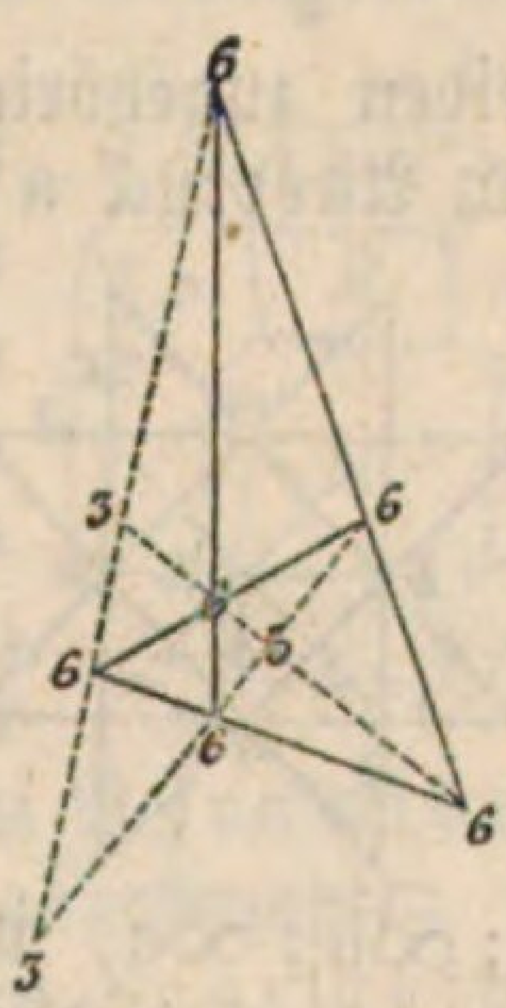




Sechs Flächen schneiden sich im Allgemeinen in $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$ Punkten, wovon sechs in einem Sechseck, sechs (aaaaaa) symmetrisch außerhalb des Sechsecks liegen, und die übrigen drei a'a'a' sich symmetrisch auf dem andern Raume vertheilen. Hierin entwickelt sich alles nach der Zahl 6, und man könnte es als den Ausgangspunkt des sechsgliedrigen Systems nehmen wollen, wenn dieß nicht zweckmäßiger aus dem regulären System selbst entwickelt würde. So ließe sich ins Unendliche fortfahren, für jede nte Linie würde zugleich die Zahl n die Hauptrolle spielen. Doch sind das nur abstrakte mathematische Sätze, die höchstens Schlaglichter auf das Wesen der Zahl in den Krystallen werfen.

Deduktion.

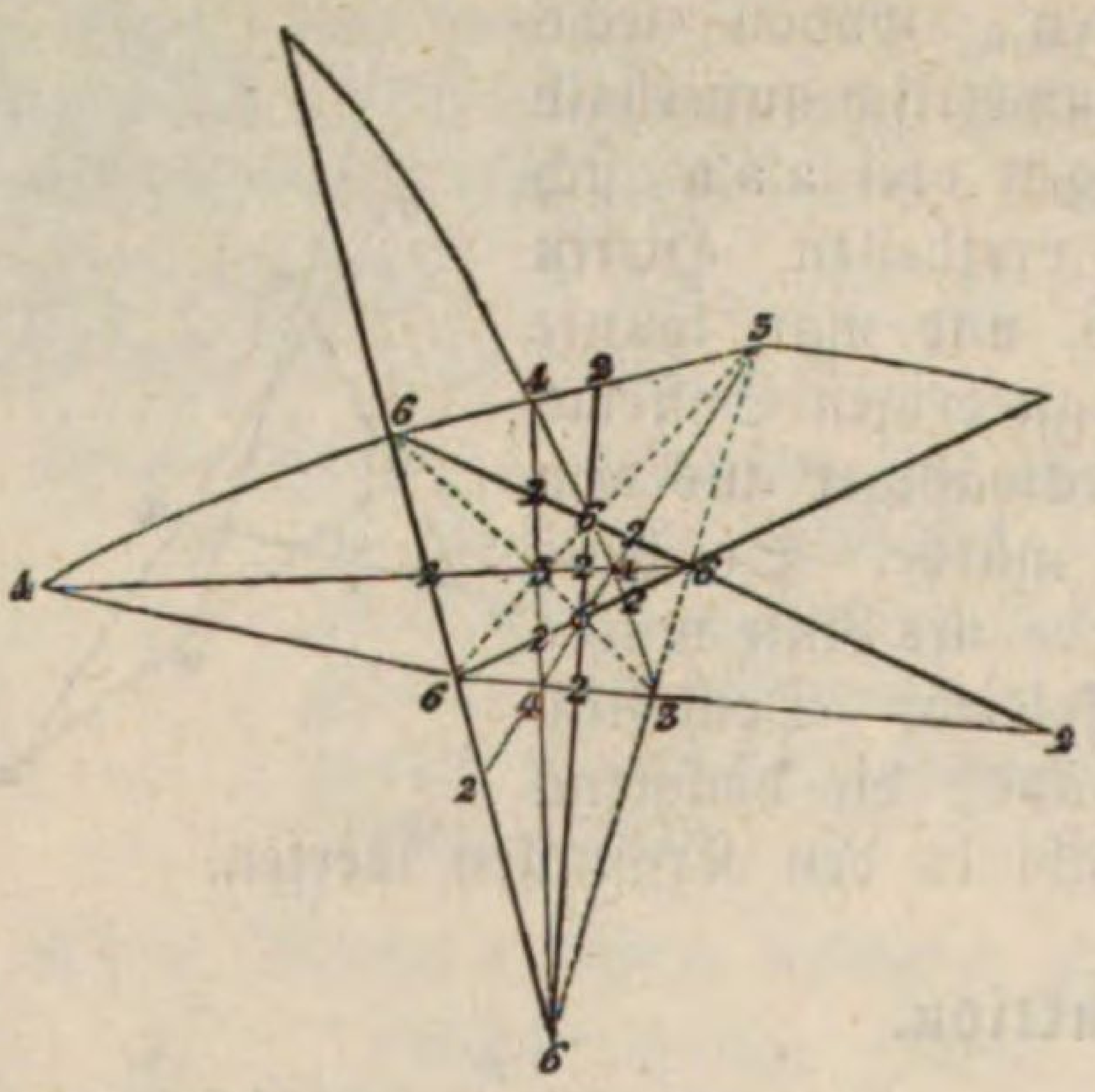
Darunter versteht Herr Prof. Weiß das Ableiten von Flächen aus gegebenen Zonen. Ohne diese Entwickelung ist gar kein tieferes Verständniß der Sache möglich. Die Flächen zeigen sich hierdurch als Resultanten von gegebenen Kräften. Die Säule, das Heraid und der Vierzonenkörper lassen keine weitere Ableitung zu, weil die Zonenpunkte durch ihre eigenen Flächen schon alle untereinander verbunden sind. Erst beim Oktaide wird die Ableitung möglich, und deshalb ist damit auch das ganze krystallographische System gegeben, wir dürfen nicht zu fünf oder gar mehr Flächen fortschreiten.



Das zugehörige Heraid entsteht durch Verbindung der Oktaidkanten. Es gibt das die drei neuen punktirten Linien, welche sich untereinander wieder in drei neuen Punkten, den Kantenpunkten des Heraides, schneiden. Da wir oben gesehen haben, daß das Heraid durch drei Linien, die sich in drei Punkten schneiden, dargestellt ist, so muß unser neuer Körper ein Heraid sein. Da zwei der Heraidflächen die im Viereck sich gegenüber liegenden Kanten verbinden, so muß also jede dieser Heraidflächen zwei sich gegenüber liegenden Endkanten parallel gehen, nur die dritte geht den Seitenkanten parallel. Mit jedem beliebigen Oktaide ist daher auch ein auf diese Weise zugehöriges Heraid gegeben. Jede Heraidfläche muß am Oktaide als ein Parallelogramm erscheinen, weil es nur in zwei Oktaidkanten liegt.

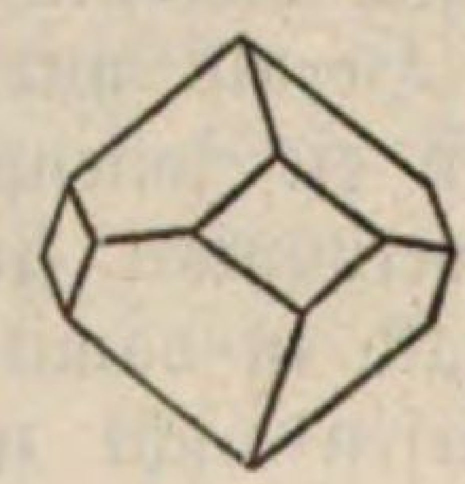
Das zugehörige Dodekaid verbindet die Heraid- mit den Oktaidkanten, also die drei mit den sechs. Es sind nur sechs solcher neuen Linien möglich, daher hat der neue Körper auch nur sechs Krystallräume. Die sechs Linien schneiden sich in vier dreikantigen Zonenpunkten, daher müssen die den Linien zugehörigen Flächen hier sechsseitige Säulen bilden. Außerdem schneidet jede Dodekaidlinie noch zwei Oktaidlinien in neuen noch nicht vorhandenen Punkten. Die Sektionslinien der drei Körper Heraid, Oktaid und Dodekaid, zusammen $3+4+6=13$ Linien, schneiden sich daher unter $3+6+4+12=25$ Zonenpunkten: die drei entsprechen

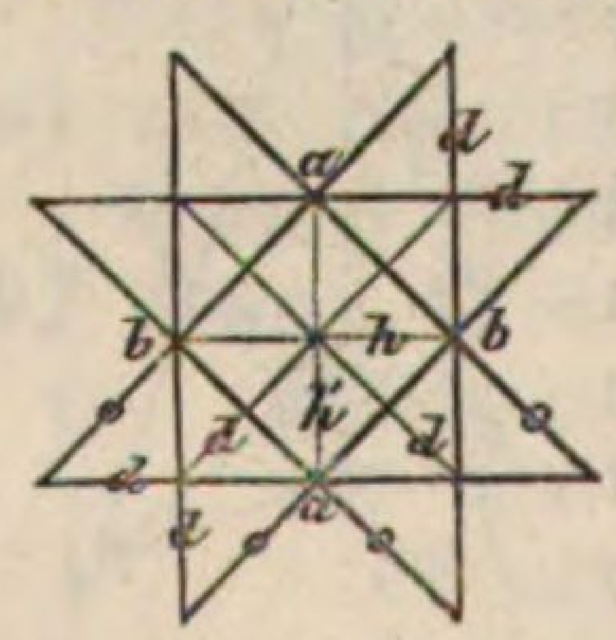
den Hexaidkanten, die sechs den Oktaidkanten, die vier den Dodekaidkanten, und die zwölf den Diagonalzonen des Oktaides, welche in jedem Oktaiddreiecke von der Spitze nach dem Halbirungspunkt der gegenüber liegenden Kante gezogen werden, und da jedes Dreieck drei solcher Diagonalen hat, so müssen $3 \cdot 4 = 12$ vorhanden sein. Wir sind damit bei den schon oben pag. 17 erwähnten Grundzahlen 3, 4, 6 der Krystallsysteme angelangt, und man sieht auf diese Weise zugleich ein, daß die Sache nicht anders sein kann.



Verzeichnen wir das Dodekaid besonders, so besteht es aus einem Oktaid 4444 mit zwei zugehörigen Hexaidflächen, welche die Seitenecken abstumpfen. Daraus folgen alle seine wesentlichen Eigenschaften. Das nebenstehende Dodekaid macht dieß deutlich. Will man endlich die Axenausdrücke finden, so darf man nur das ganze Dreikörpersystem auf eine der Hexaidflächen projiciren. Man sieht dann sogleich, daß die Sektionslinien der beiden zugehörigen Hexaidflächen hh' zu Axen genommen das Oktaid o den Ausdruck a : b : c, das Dodekaid d den Ausdruck a : c : ∞b, b : c : ∞a hat. Nur über die Ausdrücke der Flächen h und d des Mittelpunktes könnte man im Zweifel sein. Allein man darf die Flächen d z. B. nur parallel mit sich verrücken, so muß ihre Sektionslinie, sobald sie durch a gelegt ist, auch durch b gehen, und da d in der Axe c liegt, so muß sie bei dieser Verrückung der c parallel bleiben, also a : b : ∞c sein. h dagegen bekommt den Ausdruck a : ∞b : ∞c, und h' = b : ∞a : ∞c, wenn man jede parallel mit sich verrückt und durch die Axeneinheiten a und b legt. Ehe wir weiter gehen, wird es gut sein, auch







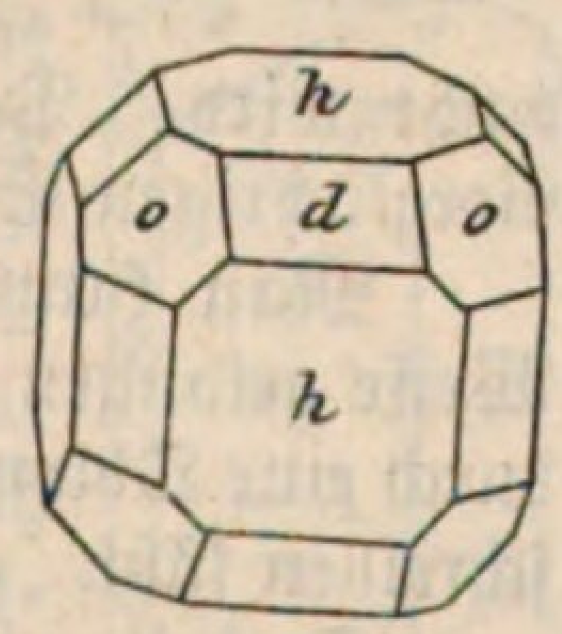
die Dodekaide

einer kurzen Betrachtung zu unterwerfen. Zunächst muß das Dodekaid ins Gleichgewicht gebracht werden! Zu dem Ende dürfen wir nur das Oktaid ins Gleichgewicht bringen, so daß sämmtliche Flächen Dreiecke sind. Alsdann lege die beiden Hexaidflächen durch die Mitte der Seitenkanten des Oktaides, und das Dodekaid im Gleichgewicht ist fertig. Hierauf beruht zu gleicher Zeit die Weise der Verfertigung. Beim Granatoeder z. B. ist das Oktaid viergliedrig mit rechtwinkligen Seitenkanten: ich darf mir daher nach Anleitung von pag. 30 nur aus der quadratischen Säule ein viergliedriges Oktaeder machen, die Seitenecken durch zugehörige Hexaidflächen abstumpfen, und das Granatoeder im Gleichgewicht ist gemacht.

Das Dodekaid im Gleichgewicht wird von 6 Parallelogrammen begränzt (die parallelen nicht gezählt), die sich in 3 vierkantigen Ecken, den Endpunkten der Axen entsprechend, und in 4 dreikantigen Ecken schneiden. Da jede Fläche in der Hexaid- und Oktaidkante zugleich liegt, so entspricht die Diagonale, welche die vierkantigen Ecken verbindet, den Oktaidkanten, und die, welche die dreikantigen verbindet, den Hexaidkanten. Man kann also in jedes Dodekaid das zugehörige Hexaid und Oktaid einschreiben. Daraus geht von selbst hervor, daß das Oktaid die dreikantigen und das Hexaid die vierkantigen Ecken abstumpft. Und wieder kann es nur so vielerlei Dodekaide geben, als entsprechende Hexaide oder Oktaide möglich sind.

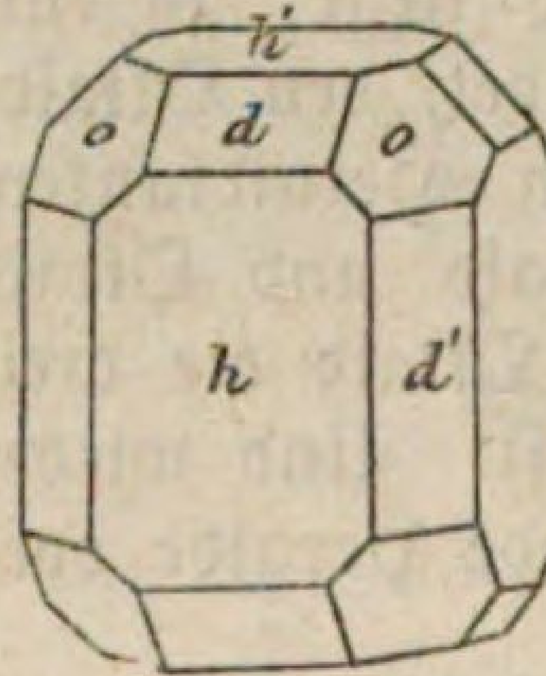
Das reguläre Dodekaid oder Granatoeder ist ein solches, in welches man einen Würfel und ein reguläres Oktaeder einschreiben kann, die Diagonalen sämmtlicher Flächen sind daher einander gleich, und folglich die Flächen congruent. Da die Kanten in vier sechsseitigen Säulen liegen, so müssen diese Säulen regulär sein, und folglich Kanten von 120°. Der stumpfe ebene Winkel der Rhomben beträgt 109° 28′ 16″, ist also so groß als die Kanten des Oktaeders. Die 4 Flächen, welche derselben Axe parallel gehen, schneiden sich unter rechten Winkeln, daher hat das Oktaeder des Granatoeder in den Seitenkanten rechte Winkel, worauf seine Anfertigung beruhte.

Oktaeder, Würfel und Granatoeder treten öfter zusammen auf (Bleiglanz, Gold ꝛc.): man mache einen Würfel h, stumpfe die Ecken durch das Oktaeder o ab, indem man gleiche Kantenlängen wegschneidet, wodurch gleichseitige Dreiecke werden. Nimmt man dann mit dem Granatoeder d die Würfelkanten so weg, daß in ihm Rechtecke entstehen, was beweist, daß d in der Zone o/o und h/h liegt, so ist der Körper gemacht. Es sind in diesem merkwürdigen Körper alle möglichen Zahlenverhältnisse des regulären Systems gegeben. Die 3 bildet den Würfel h mit achteckigen Flächen; die 4 das Oktaeder o mit sechseckigen Flächen; die 6 das Granatoeder d mit viereckigen Flächen. Die Kante h/d ist 12mal da (die diametral gegenüber liegenden nicht mitgezählt), in ihnen liegen alle möglichen Pyramidenwürfel, d. h. sie werden durch die Pyramidenwürfel abgestumpft; die Kante h/o nochmals 12mal, in ihnen liegen alle möglichen Leucitoide; die Kante o/d abermals 12mal, in ihnen liegen alle möglichen Pyramidenoktaeder; endlich bleiben noch die 24 Ecken, jede von den drei Flächen hdo und von den dreimal 12 Kanten begränzt, auf ihrem Gipfel balanciren alle möglichen 48-Flächner. Eine andere Zahl und ein anderer Körper ist nicht denkbar.

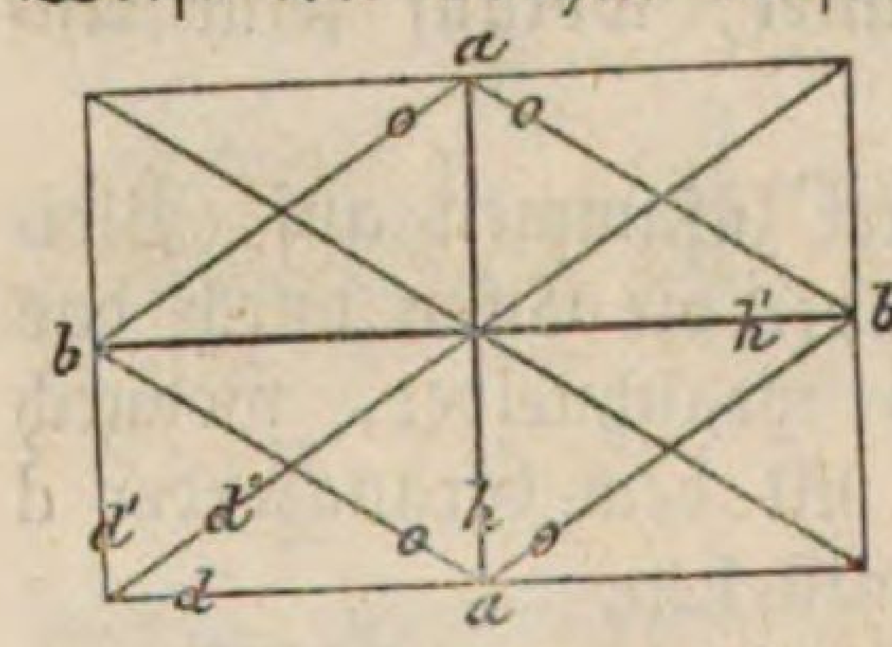


Das viergliedrige Dodekaid ist ein solches, in welches man ein viergliedriges Oktaeder einschreiben kann. Daher müssen sich die Flächen in 4+2 zerlegen: die 4 untereinander congruenten Rhomben bilden das nächste stumpfere Oktaeder, und die 2 eine quadratische Säule, welche die Seitenecken des viergliedrigen Oktaeders abstumpft. Weil die Flächen zweierlei sind, so pflegt man nicht von einem viergliedrigen Dodekaide zu sprechen, man denkt es immer in seine Theile zerlegt.

Wir können nun ganz wie beim regulären System die drei Körper miteinander verbinden. Zu dem Ende nehme man eine quadratische Säule h mit Gradendfläche h′, stumpfe die Ecken durch das Oktaid o so ab, daß die Flächen gleichschenklige Dreiecke bilden pag. 23, und lasse dann die Dodekaidflächen d die Kanten des Oktaides und Hexaides zugleich abstumpfen. Dann haben wir das viergliedrige Hauptoktaeder o = a : a : c, an welchem das Oktaeder des Dodekaides die Endkanten abstumpft, also das 1ste stumpfere Oktaeder d = a : c : ∞a bildet, während d′ = a : a : ∞c die erste quadratische Säule macht, welche die Seitenkanten von o, und h = a : ∞a : ∞c die zweite quadratische Säule, welche die Seitenecken von o abstumpft, während h′ = c : ∞a : ∞a nur ein einziges Mal vorhanden als Gradendfläche auftritt.

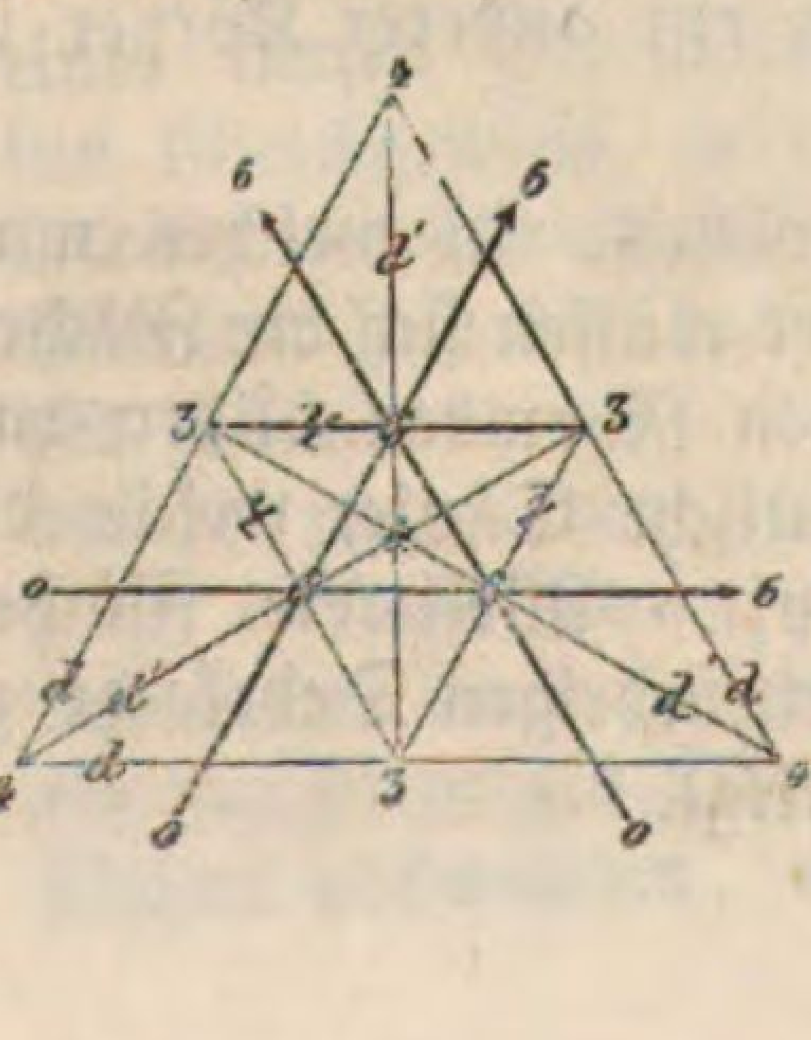


Das zweigliedrige Dodekaid ist ein solches, in welches man ein zweigliedriges Oktaeder einschreiben kann. Es müssen daher die Flächen sich in drei Paare 2+2+2 zerlegen. Das vordere Paar d geht von a : c : ∞b, das seitliche d′ von b : c : ∞a, das dritte d⁰ (die rhombische Säule) a : b : ∞c. Wir könnten hier nun wieder ganz in derselben Weise wie vorhin verfahren, und müßten dann von der Oblongsäule mit Gradendfläche ausgehen. Je zwei Paare zusammengenommen bilden ein Oblongoktaeder pag. 24, an welchem das dritte zugehörige Paar die Seitenecken so abstumpfen muß, daß die Flächen Parallelogramme werden. Alles das leuchtet aus einer kleinen Projektionsfigur auf die Hexaidfläche sogleich hervor, in welcher die Axe c aufrecht gedacht wird. Das Bild stimmt vollkommen mit dem des regulären und viergliedrigen Systems überein, nur daß die Axen ungleich geworden sind.



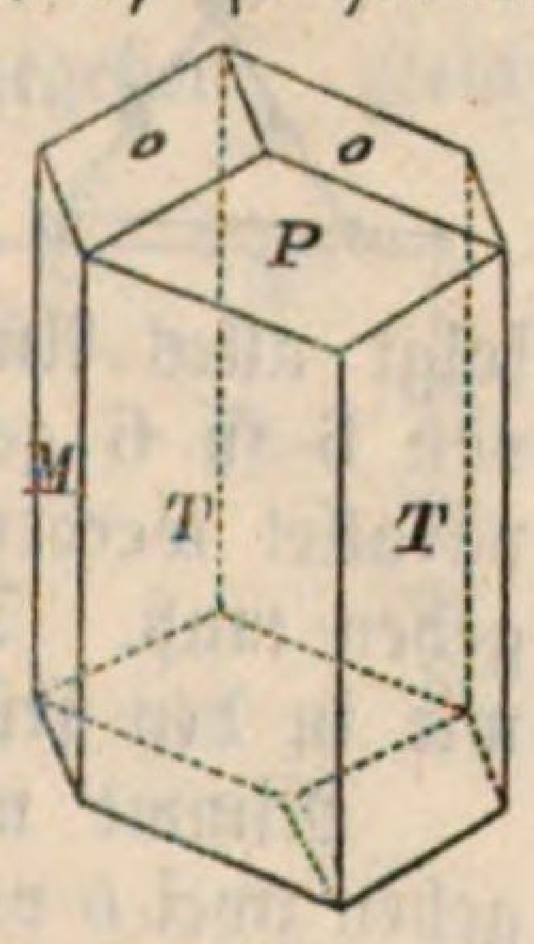
Man kann übrigens zu einem zweigliedrigen Dodekaide noch in der Weise gelangen, daß man zwei beliebige Ecken eines zweigliedrigen Oktaeders durch eine Oblongsäule abstumpft, weil in dieselbe sich ein Oblongoktaeder einschreiben läßt. Der Strahlzeolith, Kreuzstein ꝛc. liefern dazu gute Beispiele.

Das dreigliedrige Dodekaid ist ein solches, in welches man ein dreigliedriges Oktaeder einschreiben kann. Es muß also eine der vier sechsseitigen Säulen regulär bleiben, während die andern drei untereinander gleiche rhombische Säulen mit gerader Abstumpfung bilden. Denn da das dreigliedrige Oktaeder 3+3kantig ist, so muß das zugehörige Dodekaid auch 3+3flächig sein. Man macht sich das leicht durch eine Projektion der Körper auf eine Oktaidfläche klar. Wir wollen dabei vom regulären System ausgehen. Wählen wir irgend eine Fläche des regulären Oktaeder als Projektionsebene, und denken uns die drei an diese Flächen anliegenden ausgedehnt, so müssen sich dieselben in einem Punkte schneiden, diesen Punkt nehmen wir als Scheitelpunkt der Projektion. Dann gibt das gleichseitige Dreieck ooo die Sektionslinie der drei Oktaederflächen, während die vierte durch den Scheitelpunkt der Projektionsebene parallel



gehen muß, weil wir sie als Projektionsebene gewählt haben. Die sechs Zonenaxen des Oktaeders strahlen also zu drei vom Scheitelpunkte nach den Ecken des Dreiecks ooo, aber die andern drei treffen die Zonenaxe nicht, sie liegen in der Richtung der Sektionslinien 666 im Unendlichen, was der Pfeil bezeichnen soll. Das Oktaeder kann man daher als ein Rhomboeder mit Gradendfläche betrachten. Das Hexaid hhh muß eine 6 des Dreiecks mit einer im Unendlichen liegenden 6 verbinden, also ein umschriebenes Dreieck geben, was ein nächstes stumpferes Rhomboeder bezeichnet. Endlich kommt das Granatoeder d, welches zunächst durch ein weiter umschriebenes Dreieck die Hexaidkante 3 mit der im Unendlichen liegenden 6 verbindet und ein zweites stumpferes Rhomboeder liefert: sodann kommt die Verbindung der 3 mit der 6 des Oktaederdreiecks, was eine reguläre sechsseitige Säule gibt. Das ganze System zerlegt sich also in dieser Stellung in 1+3+3+3+3 Flächen. Denkt man sich nun statt des regulären Oktaeder ein dreigliedriges pag. 24, so werden drei Flächen gleichschenklig, die vierte bleibt gleichseitig, und nehmen wir diese als Projektionsebene, so bleibt das Projektionsbild ganz das Gleiche, und die Flächen sind dennoch in drei Rhomboeder, eine reguläre sechsseitige Säule und eine Gradendfläche zerlegt. Das Ganze dieser Behandlungsweise ist so elementar, und führt zugleich so tief in das Wesen der Sache ein, daß ein anderer leichterer Weg nicht wohl denkbar ist.

Das zwei und eingliedrige Dodekaid ist ein solches, in welches man ein 2+1gliedriges Oktaeder einschreiben kann. Man bekommt dieses wieder auf zweierlei Weise: 1) Läßt man von den drei Paaren eines zweigliedrigen Dodekaides eins different werden, so haben wir noch eine geschobene Säule mit einem seitlichen Augitartigen Paare, nur das andere Paar zerlegt sich in eine hintere Gegenfläche. Man kann darin ein 2+2flächiges Oktaeder einschreiben. Das zweite Dodekaid hat ein schiefes Oblongoktaeder pag. 26 als eingeschriebenen Körper. Es kommt unter andern schön bei Hornblende vor: dieselbe bildet eine geschobene Säule T/T, deren scharfe Kante durch M gerade abgestumpft wird. Das Ende in der 2+1flächigen Säule bildet die Schiefendfläche P mit dem Augitartigen Paare o/o. Da P auf M senkrecht steht, so bilden sie eine Oblongsäule, über welcher ein 2+2flächiges Oktaeder o/o und T/T sich erhebt, man kann also in dieser Stellung ein 2+1+1flächiges Oktaeder einschreiben.

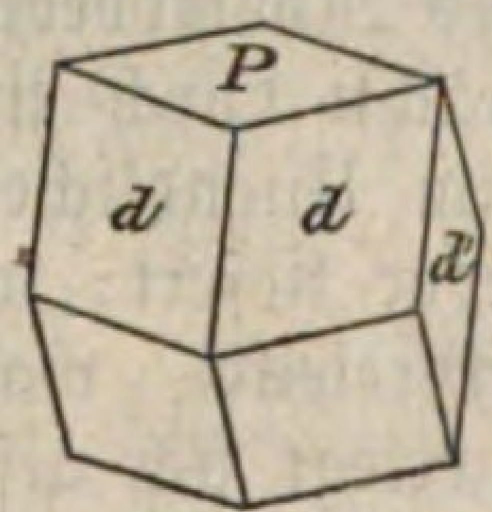


Die eingliedrigen Dodekaide kann man entweder nach zwei Paaren different denken, dann muß auch das dritte Paar different sein; oder wenn man beim Hornblende-Dodekaid o links von o rechts verschieden denkt, so kann auch T links nicht mehr T rechts gleich sein.

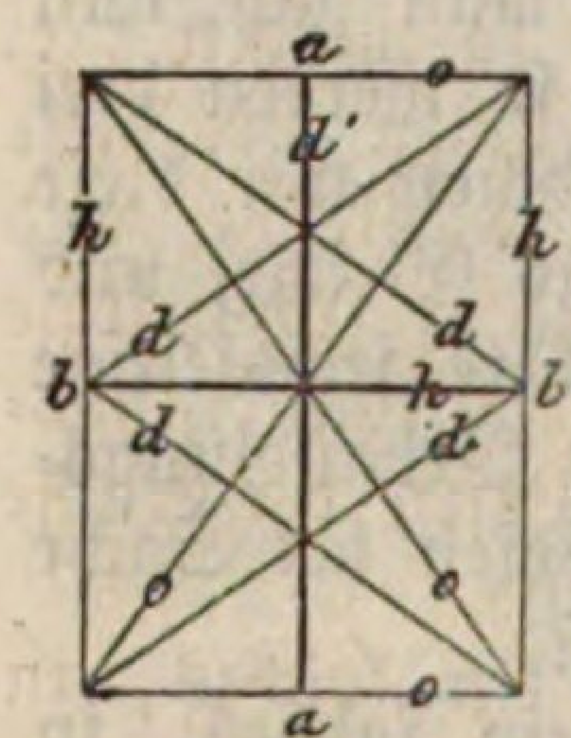
Wenn die Dodekaide nach einer ihrer sechsseitigen Säulen sich in die Länge ziehen, so entstehen keine versteckten Kanten, und doch ist der Körper nicht im Gleichgewicht. Man sieht das an je einem Oktaide des Dodekaids, das gehörig ausgedehnt gedacht immer versteckte Kanten hat. Versteckte Kanten sind solche, die den drei Hauptaxen parallel gehen. Sorgt man dafür, daß die Oktaide keine versteckten Kanten haben, so ist auch das Gleichgewicht des Dodekaids vorhanden. An diesen Fall habe ich „Methode

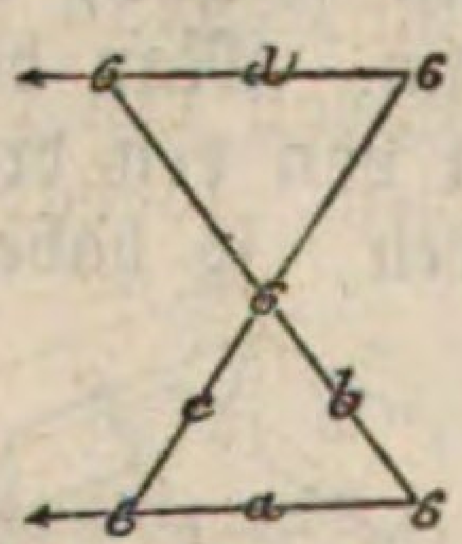
der Krystallogr. pag. 47, §. 55″ nicht gedacht, denn man kann nicht sagen, das Dodekaid ist im Gleichgewicht, sobald nur die Kanten der 4 sechsseitigen Säulen sichtbar sind.

Projektion der drei Körper auf die Dodekaidfläche.



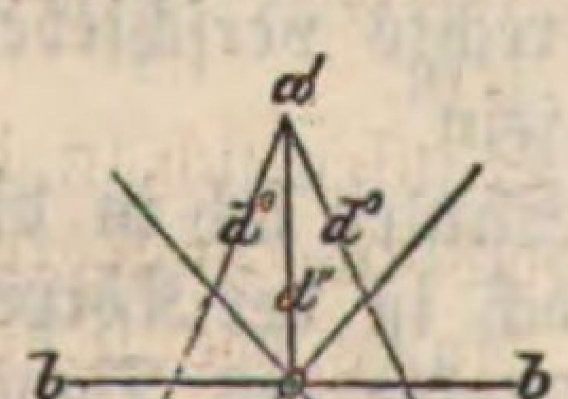
Nehmen wir beispielsweise das Granatoeder, schreiben den Würfel und das Oktaeder ein, und legen es auf eine seiner Flächen P, die zur Projektionsebene dienen soll. Verlängere die vier anliegenden, so schneiden dieselben sich im Scheitelpunkte, dddd sind also ihre Sektionslinien, die ein Parallelogramm von 109⁰ 28′ 16″ bilden. Die Axe a entspricht der 5ten d′, während die 6te d(P) das Papier ist, oder vielmehr dem Papiere parallel geht. Da die Heraidflächen h die vierkantigen Ecken abstumpfen, so liegt jede in zwei vierseitigen Säulen dd des Dodekaides. Von den 4 Oktaidflächen gehen zwei durch den Mittelpunkt und zwei schließen das äußere Viereck. Letzteres ist ein wenig schwer einzusehen, doch ist dieser Weg für die Projektion des Granatoeders der einleuchtendste. Man kann nun umgekehrt zuerst das Oktaeder projiciren, wie in nebenstehender Figur geschehen. Zu dem Ende bezeichne man die vier Flächen mit abcd, stelle es nach der Säule bc aufrecht, so daß die Kante ad der Projektionsebene parallel geht. Wir haben dann eine geschobene Säule bc, der scharfe Winkel vorn, mit einer Schiefendfläche a, und einer hintern Gegenfläche d, nur muß man dabei den gemeinsamen Scheitelpunkt immer fest im Auge haben. Dieß eingesehen folgt alles Andere von selbst, denn die Heraidflächen h müssen nun von 6 zu 6 gehen, und gerade die beiden in den endlichen 6 einander parallel werden, weil die Projektionsebene der Granatoederfläche parallel gehen muß. Das Granatoeder verbindet endlich die 3 mit den 6, ganz wie in den frühern Figuren.





Nimmt man in der vorhergehenden Figur a und b als Axen, so gehen zwei o von a : c : ∞b, und zwei im Mittelpunkt von a : b : ∞c, vier Dodekaidflächen von $\frac{1}{2}$a : b : c, kurz man kann alles leicht ablesen.

Das Dodekaid kann in seiner Säulenstellung auch auf drei Axen bezogen werden, je nachdem man aber diese wählt, werden sie nicht immer auf einander rechtwinklig stehen. Würde ich z. B. das Rhomboeder des Granatoeder durch ein gleichseitiges Dreieck projicirt denken, wie pag. 38, so kann ich die Projektionsebene so um den Mittelpunkt o drehen, daß die neue Projektion ein gleichschenkliges Dreieck a′pp bildet, in welchem der Mittelpunkt der Projektion die Linie aa′ halbirt. Der Zonenzusammenhang bleibt dann immer der gleiche, wie unsere Figur zeigt. Nehme ich nun Axe bb parallel pp, so wird d = a : b : ∞c, d′ = a : ∞b : c, d⁰ = a′ : $\frac{1}{2}$ b : c, und d″ = b : ∞a : ∞c. Nur ständen dann in diesem Falle die Axen ac auf einander schief, c/b und a/b wären aber noch



rechte Winkel. Beim Hornblende-Dodekaid findet das besondere Verhältniß Statt, daß die Dodekaidkante d^0/d^0 sich gegen die Axe c gerade so neigt, als d′ auf der Vorderseite, die Axen stehen daher bei ihm sämmtlich auf einander rechtwinklig.

Durch die Projektion des Hexaides, Oktaides und Dodekaides sind uns so viel Punkte gegeben, daß wir daraus eine beliebige Menge von neuen Flächen ableiten können. Bevor wir dazu schreiten, möge das Wichtigste gesagt werden über die

Berechnung.

Einiges habe ich darüber in Poggendorf's Annal. 1835, XXXIV. 503, XXXVI. 245 und in den „Beiträgen zur rechnenden Krystallographie, 1848" im Programme der philos. Fakultät zu Tübingen, das nicht im Buchhandel erschienen ist, gesagt.

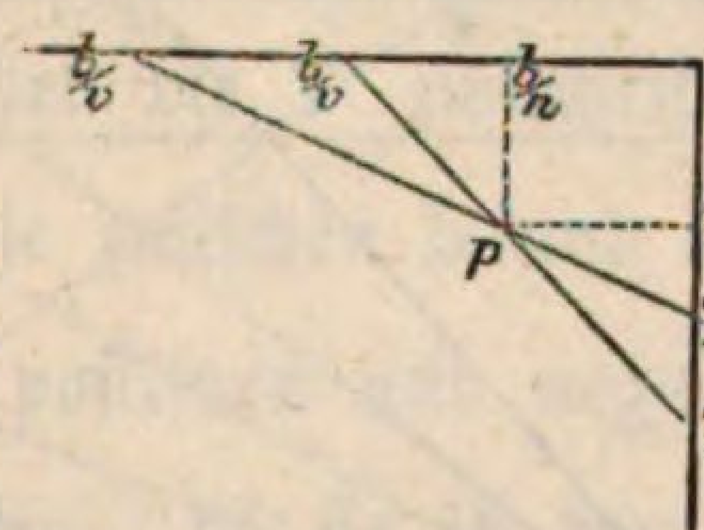
I. Sind die Axenelemente sammt den Flächenausdrücken eines Krystalls bekannt, so werden daraus die Winkel auf folgende Weise berechnet:

Zonenpunktformel.

Sind die Sektionslinien $\frac{a}{\mu}:\frac{b}{\nu}$ und $\frac{a}{\mu_1}:\frac{b}{\nu_1}$ gegeben, so ist ihr Zonenpunkt

$$p = \frac{a}{m} + \frac{b}{n} = \frac{\nu_1 - \nu}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu}\,a + \frac{\mu - \mu_1}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu}\,b.$$

Der Punkt p ist durch die Coordinaten $\frac{a}{m} + \frac{b}{n}$ gegeben, gleichgültig, ob die Axen rechtwinklig oder schiefwinklig sind. Es verhält sich aber



$$\frac{a}{\mu}:\frac{a}{m} = \frac{b}{\nu}:\frac{b}{\nu} - \frac{b}{n};\quad \frac{a}{\mu_1}:\frac{a}{m} = \frac{b}{\nu_1}:\frac{b}{\nu_1} - \frac{b}{n},\text{ folglich}$$

$$\frac{a}{m} = \frac{a}{\mu}\left(\frac{b}{\nu} - \frac{b}{n}\right)\cdot\frac{\nu}{b} = \frac{a}{\mu_1}\left(\frac{b}{\nu_1} - \frac{b}{n}\right)\cdot\frac{\nu_1}{b}$$

$$\frac{\nu}{\mu}\left(\frac{1}{\nu} - \frac{1}{n}\right) = \frac{\nu_1}{\mu_1}\left(\frac{1}{\nu_1} - \frac{1}{n}\right)$$

$$\frac{1}{\mu} - \frac{\nu}{n\mu} = \frac{1}{\mu_1} - \frac{\nu_1}{n\mu_1}$$

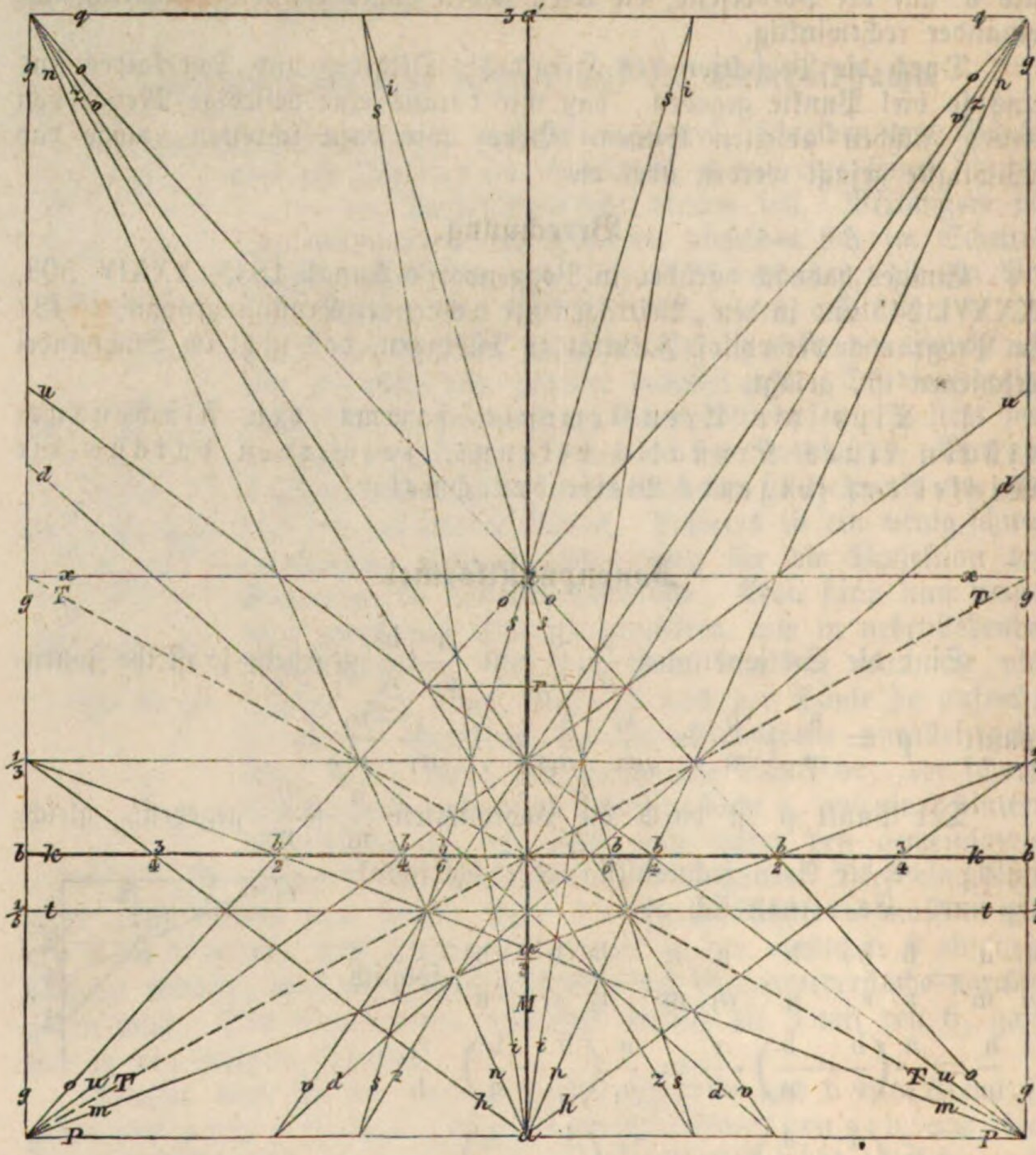
$$\frac{\nu_1}{n\mu_1} - \frac{\nu}{n\mu} = \frac{1}{\mu_1} - \frac{1}{\mu} = \frac{\mu - \mu_1}{\mu_1\mu}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{\mu - \mu_1}{\mu_1\mu}\cdot\frac{\mu_1\mu}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu} = \frac{\mu - \mu_1}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu}.$$ Da nun nach oben sich verhält

$$\frac{1}{\mu}:\frac{1}{m} = \frac{1}{\nu}:\frac{1}{\nu} - \frac{\mu - \mu_1}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu} = \frac{1}{\nu}:\frac{\mu\nu_1 - \mu_1\nu - \mu\nu + \mu_1\nu}{\nu(\mu\nu_1 - \mu_1\nu)};$$ so ist

$$\frac{1}{m} = \frac{\mu\nu_1 - \mu\nu}{\nu(\mu\nu_1 - \mu_1\nu)}\cdot\frac{\nu}{\mu} = \frac{\nu_1 - \nu}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu}.$$

Weil $\mu\mu_1\nu\nu_1$ rationale Größen, so müssen auch die Coordinaten der Zonenpunkte rationale Theile der Axen sein.



Beispiel. Suchen wir beim Feldspath im hintern rechten Quadranten den Zonenpunkt o/u = p, so ist

$$\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = o = \frac{a'}{1} : \frac{b}{2} \text{ und } \frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{\nu_1} = u = \frac{a'}{3} : -\frac{b}{4}, \text{ also}$$

$$\mu = 1,\ \nu = 2,\ \mu_1 = 3,\ \nu_1 = -4, \text{ folglich}$$

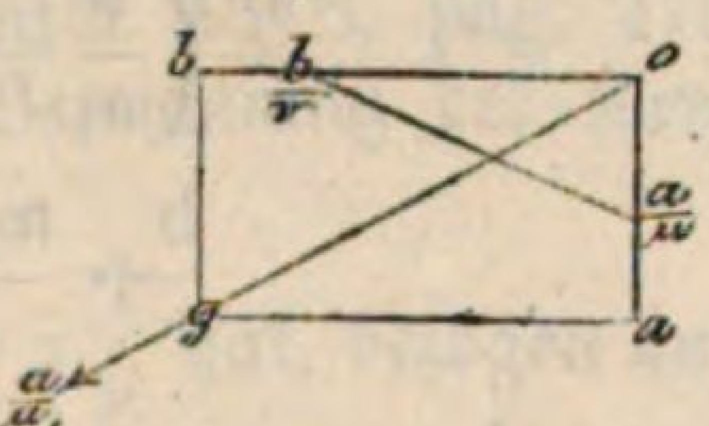
$$p = \frac{-4-2}{1\cdot-4-3\cdot2}\,a : \frac{1-3}{1\cdot-4-3\cdot2}\,b = \frac{-6}{-10}\,a : \frac{-2}{-10}\,b = \frac{3}{5}\,a : \frac{1}{5}\,b.$$

Besonderer Fall. Gienge $\frac{\alpha}{\mu_1} : \frac{b}{\nu_1}$ der Axe b parallel, so wäre

$$\nu_1 = 0, \text{ also } p = \frac{0-\nu}{0-\mu_1\nu}\,a + \frac{\mu-\mu_1}{0-\mu_1\nu}\,b = \frac{a}{\mu_1} + \frac{\mu_1-\mu}{\mu_1\nu}\,b = \frac{a}{m} + \frac{b}{n}.$$

Zwischen dem Zonenpunkte $\frac{a}{m} + \frac{b}{n}$ und der darin liegenden Sektionslinie $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ findet die Gleichung $m \cdot n = m \cdot \nu + n\mu$ statt, da sich verhalten muß: $\frac{b}{\nu} : \frac{b}{n} = \frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu} - \frac{a}{m}$.

Kantenzonengesetz. Kantenzonenpunkte sind die Punkte der Sektionslinie der Säule $a : b : \infty c$, diese haben nämlich die Eigenschaft, daß $m = n$ wird. Gegeben ist wieder die allgemeine Linie $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$, construiren wir nun aus den als bekannt angenommenen Axeneinheiten a und b das Parallelogramm aobg, so ist og die Sektionslinie der Säule, in welcher die Kantenzonen liegen, denn alle Punkte sind hierin um gleiche Vorzeichen von den Axen a und b entfernt.



$\frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{\nu_1}$ ist jetzt $\frac{a}{1 \cdot \infty} : -\frac{b}{1 \cdot \infty}$ oder $-\frac{a}{1 \cdot \infty} : \frac{b}{1 \cdot \infty}$ geworden, wir müssen daher $\mu_1 = \pm \infty$ und $\nu_1 = \mp \infty$ setzen, gibt

$$p = \frac{-\infty - \nu}{\mu \cdot -\infty - \infty \cdot \nu} a + \frac{\mu - \infty}{\mu \cdot -\infty - \infty \cdot \nu} b = \frac{a}{\mu + \nu} : \frac{b}{\mu + \nu}.$$

Dieses überraschend einfache Parallelogrammgesetz macht man sich leicht auch durch einen geometrischen Beweis klar.

Beispiel. In der ersten Kantenzone $P/T = \frac{a}{1} + \frac{b}{1}$ des Feldspathes pag. 42 ist für P ... 1 — 0 = 1, für m ... 3 — 2 = 1, für u ... 4 — 3 = 1, für o ... 2 — 1 = 1. Fläche $n = \frac{a}{1} : \frac{b}{4}$ schneidet die T zwischen den Axen a und b in $\frac{a}{5} + \frac{b}{5}$, weil 4 + 1 = 5, die zwischen b und a' in $\frac{a'}{3} + \frac{b}{3}$, weil 4 — 1 = 3 ꝛc. Denn über die positiven und negativen Vorzeichen glaube ich hier nicht sprechen zu dürfen, da sie zu den Elementen der Mathematik gehören.

Für die Sektionslinien $\mu a : \nu b$ und $\mu_1 a : \nu_1 b$ wird

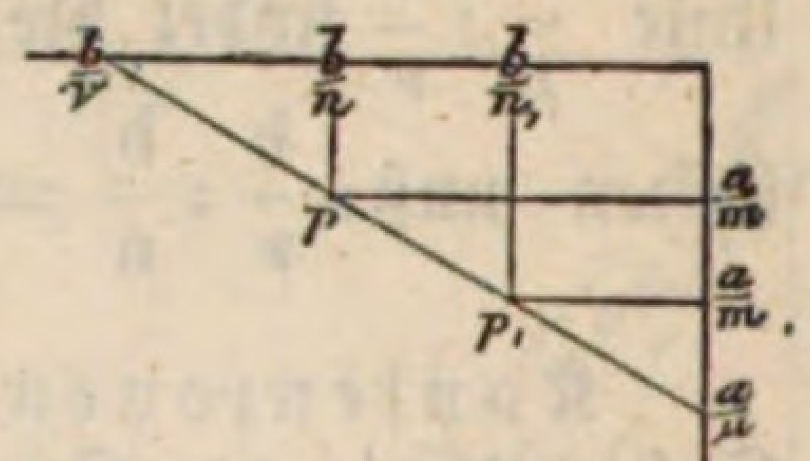
$$p = ma + nb = \frac{\frac{1}{\nu_1} - \frac{1}{\nu}}{\frac{1}{\mu} \cdot \frac{1}{\nu_1} - \frac{1}{\mu_1} \cdot \frac{1}{\nu}} a + \frac{\frac{1}{\mu} - \frac{1}{\mu_1}}{\frac{1}{\mu} \cdot \frac{1}{\nu_1} - \frac{1}{\mu_1} \cdot \frac{1}{\nu}} b$$

$$= \frac{\mu\mu_1(\nu - \nu_1)}{\mu_1\nu - \mu\nu_1} a + \frac{\nu\nu_1(\mu_1 - \mu)}{\mu_1\nu - \mu\nu_1} b.$$

Sektionslinienformel.

Sind die Zonenpunkte $p = \frac{a}{m} + \frac{b}{n}$ und $p_1 = \frac{a}{m_1} + \frac{b}{n_1}$ gegeben, so wird der Ausdruck der darin liegenden Flächen:

$\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{m_1 n - m n_1}{m m_1 (n - n_1)} a : \frac{m_1 n - m n_1}{n n_1 (m_1 - m)} b.$ Denn es ist



$\frac{a}{\mu} : \frac{a}{m} = \frac{b}{\nu} : \frac{b}{\nu} - \frac{b}{n}$; $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{m_1} = \frac{b}{\nu} : \frac{b}{\nu} - \frac{b}{n_1}$,

$$\frac{a}{\mu} = \frac{a}{m}\cdot\frac{b}{\nu} : \left(\frac{b}{\nu}-\frac{b}{n}\right) = \frac{a}{m_1}\cdot\frac{b}{\nu} : \left(\frac{b}{\nu}-\frac{b}{n_1}\right)$$

$$\frac{a}{m}\cdot\left(\frac{b}{\nu}-\frac{b}{n_1}\right) = \frac{a}{m_1}\cdot\left(\frac{b}{\nu}-\frac{b}{n}\right)$$

$$\frac{b}{\nu}\left(\frac{a}{m}-\frac{a}{m_1}\right) = \frac{a}{m}\cdot\frac{b}{n_1} - \frac{a}{m_1}\cdot\frac{b}{n}$$

$$\frac{b}{\nu}\cdot\frac{m_1 - m}{m m_1} = \frac{m_1 n - m n_1}{m m_1 n n_1} b$$

$\frac{b}{\nu} = \frac{m_1 n - m n_1}{n n_1 (m_1 - m)} b.$ Dieß substituirt in

$$\frac{a}{\mu} = \frac{a}{m}\cdot\frac{b}{\nu} : \left(\frac{b}{\nu}-\frac{b}{n}\right) = \frac{a}{m}\cdot\frac{n}{n-\nu} = \frac{na}{m(n - \frac{n n_1(m_1-m)}{m_1 n - m n_1}}$$

$$= \frac{n\cdot(m_1 n - m n_1)a}{m m_1 n n - m m n n_1 - m m_1 n n_1 + m m n n_1} = \frac{m_1 n - m n_1}{m m_1 (n - n_1)} a$$

Beispiel. n Feldspath liegt hinten rechts im Zonenpunkte $x/u = p = \frac{a'}{1} + \frac{b}{2}$, und vorn rechts in $m/z = p_1 = \frac{a}{7} + \frac{3b}{7}$. Nehmen wir den hintern rechten Quadranten als den positiven, $m = 1$, $n = 2$, so ist $m_1 = -\frac{7}{3}$, $n_1 = 7$, denn $\frac{1}{(\frac{7}{3})} = \frac{3}{7}$, folglich

$$\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{-\frac{7}{3}\cdot 2 - 1\cdot 7}{1\cdot -\frac{7}{3}(2-7)} a : \frac{-\frac{7}{3}\cdot 2 - 1\cdot 7}{2\cdot 7(-\frac{7}{3}-1)} b = -a : \frac{b}{4}.$$

Besondere Fälle. Läge p_1 in der Kantenzone, so wäre $m_1 = n_1$, folglich

$$\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{m_1 n - m m_1}{m m_1 (n - m_1)} a : \frac{m_1 n - m m_1}{n m_1 (m_1 - m)} b = \frac{n-m}{m(n-m_1)} a : \frac{n-m}{n(m_1-m)} b.$$

Läge ferner p in einer anliegenden Kantenzone, so wäre $\pm m = \mp n$,

$$\frac{n-m}{m(n-m_1)} a : \frac{n-m}{n(m_1-m)} b = \frac{-m-m}{m(-m-m_1)} a : \frac{-m-m}{-m(m_1-m)} b =$$

$$= \frac{2a}{m+m_1} : \frac{2b}{m_1-m}.$$

Beispiel. m Feldspath liegt links in der ersten Kantenzone $\frac{a}{1} + \frac{b}{1}$, rechts in der dritten Kantenzone $\frac{a}{5} + \frac{b}{5}$, folglich wird die zwischenliegende Axe a in $\frac{2}{5+1} = \frac{1}{3}$, und die außerhalb liegende b in $\frac{2}{5-1} = \frac{1}{2}$

geschnitten. Es ist der umgekehrte Kantenzonensatz, und nicht minder wichtig.

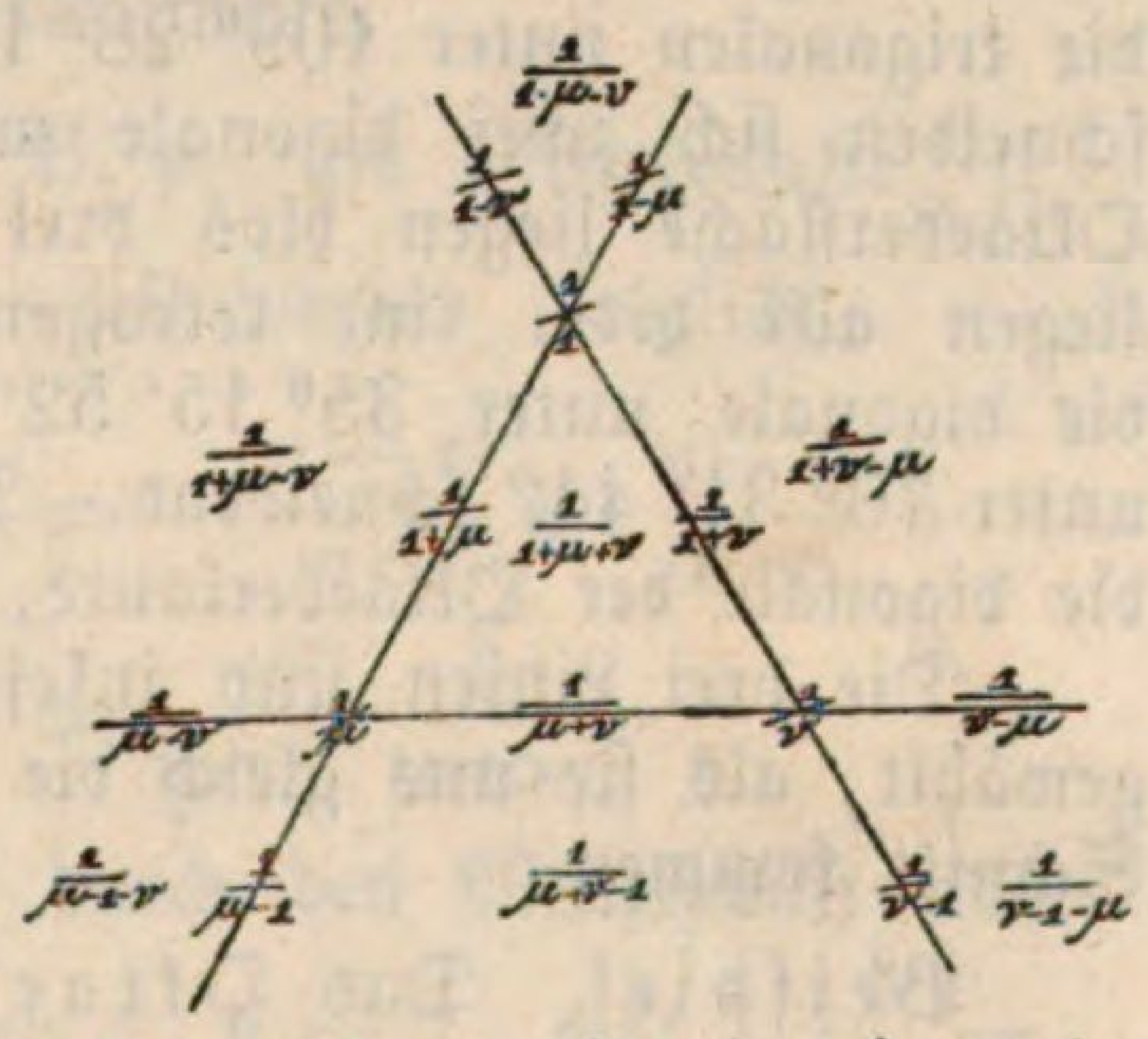
Für die Zonenpunkte $p = ma + nb$ und $p_1 = m_1 a + n_1 b$, wird $\mu a : \nu b$

$$= \frac{\frac{1}{m_1}\cdot\frac{1}{n} - \frac{1}{m}\cdot\frac{1}{n_1}}{\frac{1}{m}\cdot\frac{1}{m_1}\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{n_1}\right)}\, a : \frac{\frac{1}{m_1}\cdot\frac{1}{n} - \frac{1}{m}\cdot\frac{1}{n_1}}{\frac{1}{n}\cdot\frac{1}{n_1}\left(\frac{1}{m_1}-\frac{1}{m}\right)}\, b = \frac{mn_1 - m_1 n}{n_1 - n}\, a : \frac{mn_1 - m_1 n}{m - m_1}\, b.$$

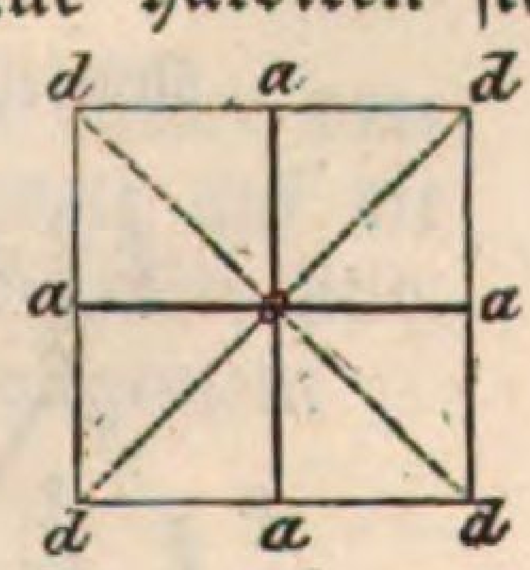
Anwendung des Kantenzonengesetzes.

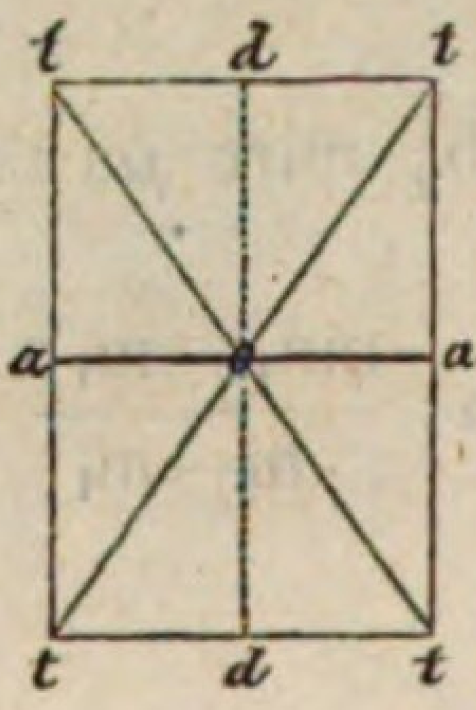
In den Abhandlungen der Berl. Akad. der Wissensch. 1818, pag. 270 hat Herr Professor Weiß nachstehende ausführliche Bezeichnung der Krystallflächen bewiesen:

Wenn eine Fläche das allgemeine Zeichen $\frac{1}{1} : \frac{1}{\mu} : \frac{1}{\nu}$ hat, bezogen auf die drei Hauptaxen des Oktaides, welche von Ecke zu Ecke gehen, so kann man sich zwischen diesen tetragonalen Hauptaxen 6 digonale Zwischenaxen ziehen, die, wenn sie Kantenzonen sind, in $\frac{1}{1+\mu}$, $\frac{1}{1+\nu}$, $\frac{1}{\mu+\nu}$, $\frac{1}{\nu-1}$ $\left(\text{oder } \frac{1}{1-\nu}\right)$, $\frac{1}{\mu-1}$ $\left(\text{oder } \frac{1}{1-\mu}\right)$, $\frac{1}{\mu-\nu}$ $\left(\text{oder } \frac{1}{\nu-\mu}\right)$ geschnitten werden müssen. Zieht man nun zwischen den tetragonalen und digonalen Axen die 4 trigonalen Zwischenaxen, so müssen sie als Kantenzonen in $\frac{1}{1+\mu+\nu}$, $\frac{1}{1+\mu-\nu}$, $\frac{1}{\mu+\nu-1}$, $\frac{1}{1+\nu-\mu}$ geschnitten werden. Wir haben also nur zu beweisen, daß die digonalen und trigonalen Axen Kantenzonen sind, so ist die Richtigkeit des Satzes ersichtlich. Der Satz gilt ganz allgemein für rechtwinklige und schiefwinklige, gleiche und ungleiche Axen. Wir wollen ihn aber hier nur für das reguläre System beweisen, woraus dann die Allgemeinheit von selbst folgt.



Am Würfel im Gleichgewicht gehen die 3 Hauptaxen (tetragonale) durch die Mittelpunkte der Flächen, die 6 digonalen durch die Mittelpunkte der Kanten, die 4 trigonalen durch die Ecken, und alle halbiren sich im Mittelpunkte des Würfels. In jeder Ebene der Würfelfläche liegen 2 digonale Axen d und zwei tetragonale a. Setzen wir $oa = 1$, so ist $od = \sqrt{2}$. Aus der Projektion leuchtet unmittelbar ein, daß die Sektionslinien dd die Kantenzonen für a sind. Eine Linie $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\nu}$ muß also die zwischenliegende d in $\frac{d}{\mu+\nu}$, und die außerhalb liegende in $\frac{d}{\mu-\nu}$ oder $\frac{d}{\nu-\mu}$ schneiden, je nachdem sie auf einer Seite liegt. Und dieß sagt der



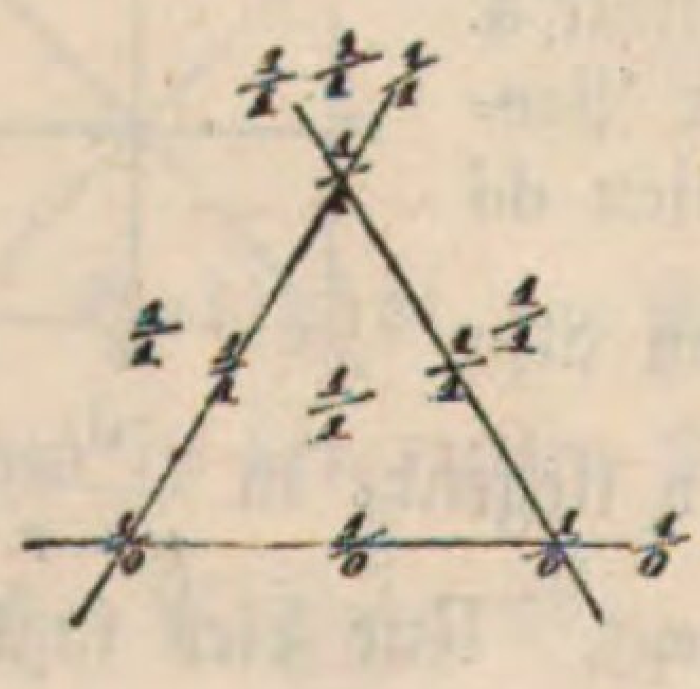


Weißische Satz. Projiciren wir jetzt den gleichen Würfel auf seine Dodekaidfläche, welche den Würfel halbirend durch zwei gegenüberliegende Kanten und Diagonalen des Würfels geht, so geht in dieser Projektion dd der Diagonale und aa der Kante parallel. Für oa = 1 war od = $\sqrt{2}$, folglich ot = $\sqrt{3}$, tt die trigonalen Zwischenaxen bilden dann aber offenbar die Kantenzonen für die Axen aa und dd. Da nun jede allgemeine Fläche $\frac{a}{1} : \frac{a}{\mu} : \frac{a}{\nu}$ die Kantenzone d mit der Summe oder Differenz im Nenner schneiden muß, so muß also auch unser d z. B. unter einem Zeichen $\frac{d}{\mu+\nu}$, $\frac{d}{\mu-\nu}$, $\frac{d}{1+\mu}$ oder irgend einem andern von der allgemeinen Fläche geschnitten sein, woraus die Addition der drei Zeichen folgt. Die tetragonalen Axen schneiden sich unter 90°, die digonalen unter 60°, die trigonalen unter 109° 28′ 16″ (Oktaederwinkel). In der Würfelebene schneiden sich zwei digonale mit zwei tetragonalen unter 45°, in der Oktaederfläche liegen blos drei digonale 60°, in der Granatoederfläche liegen alle drei: eine tetragonale und digonale 90° und 2 trigonale, die digonale unter 35° 15′ 52″ (½ Oktaederwinkel) und die tetragonale unter 70° 31′ 44″ schneidend. Die tetragonale entspricht der Würfelkante, die digonale der Oktaederkante, die trigonale der Granatoederkante.

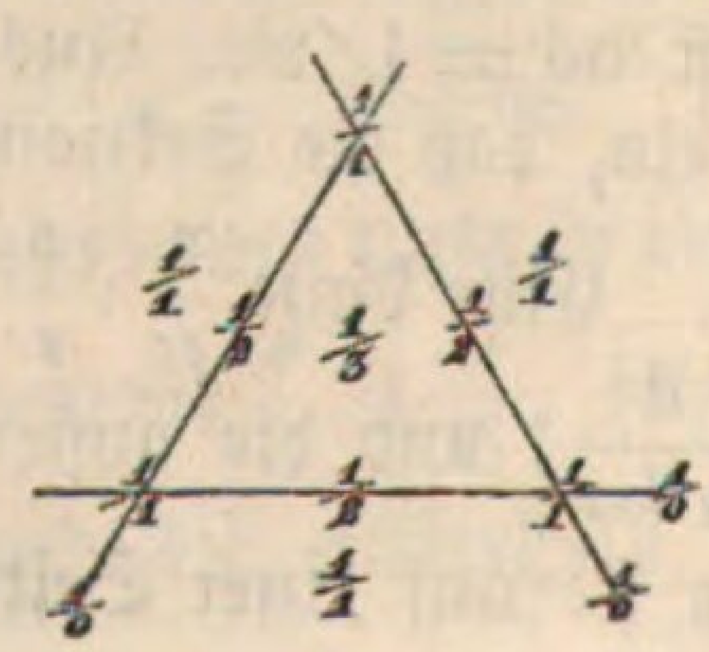
Die drei Linien sind insofern auch gut für das allgemeine Zeichen gewählt, als sie uns gleich die Orte am Oktaeder andeuten, wo sie zum Schnitt kommen.

Beispiel. Das Oktaeder hat das Zeichen a : a : a, folglich ist $\mu = \nu = 1$, die der Oktaederfläche anliegenden digonalen Axen werden daher in $\frac{1}{2}$ geschnitten, die drei übrigen aber in $\frac{1}{1-1} = \frac{1}{0} = \infty$, sie gehen der Oktaederfläche daher parallel. Die zwischenliegende trigonale Axe wird in $\frac{1}{1+1+1} = \frac{1}{3}$ geschnitten, die drei außerhalb liegenden aber in $\frac{1}{1+1-1} = 1$. Das Granatoeder a : a : ∞a hat $\nu = 0$, folglich die zwischenliegende digonale Axe (das Perpendikel auf die Fläche) ½, die der Fläche anliegenden trigonalen Axen $\frac{1}{1+1-0} = \frac{1}{1+1+0} = \frac{1}{2}$. Setzen wir die Zeichen der drei Körper neben einander:

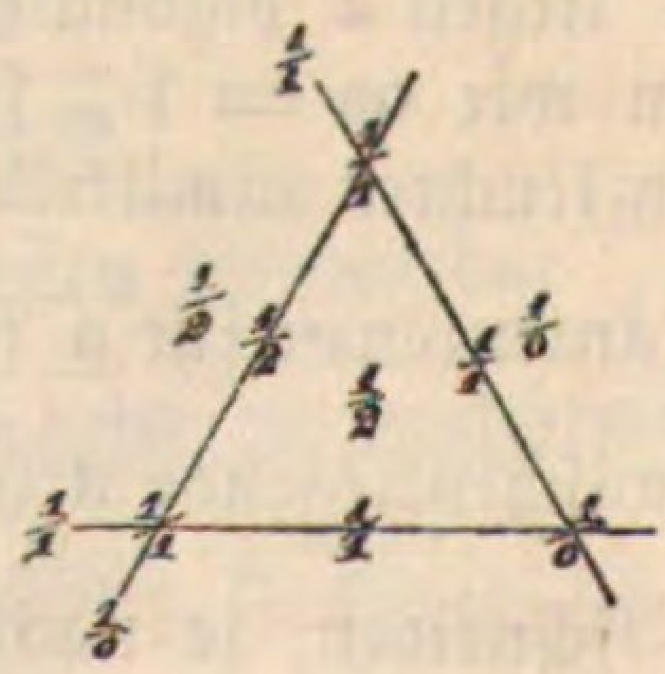
Würfel.



Oktaeder.



Granatoeder.



Wenn die drei Körper an einander treten, so fallen ihre Axenrichtungen zusammen, wenn also beim Würfel die mittlere trigonale Axe in 1 geschnitten wird, so beim Oktaeder in $\frac{1}{3}$, d. h. das Perpendikel vom Mittelpunkte auf die Fläche beträgt nur den dritten Theil von der Linie, welche vom Mittelpunkte nach der Ecke des umschriebenen Würfels gezogen wird; beim Granatoeder die Hälfte, die trigonale Axe geht hier vom Mittelpunkte nach den dreikantigen Ecken. Stellt man den Würfel nach einer seiner 4 trigonalen Axen aufrecht, und legt durch je drei der Zickzackecken eine Oktaederfläche, so müssen diese die Axe in drei Theile theilen. Da die Sätze allgemein sind, so muß eine solche Dreitheilung der Axe auch für das Rhomboeder gelten. Dieser Satz ist daher für Rechnung und Zeichnung der Krystalle von größter Wichtigkeit und Einfachheit. Denn hat der Anfänger die erste Schwierigkeit überwunden, so ist kein elementarerer Satz in seiner Anwendung denkbar.

Rechnung mit dem Mittelpunkt.

Liegt einer der beiden Zonenpunkte, z. B. p_1, im Mittelpunkte, so ist $m_1 = n_1 = \infty$, denn es muß $\frac{1}{m} = \frac{1}{n_1} - 0$ werden, folglich

$$\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{\infty \cdot n - m\infty}{m\infty(n - \infty)} a : \frac{\infty . n - m\infty}{n\infty(\infty - m)} b = -\frac{n-m}{m\infty} a : \frac{n-m}{n\infty} b$$
$$= \frac{-a}{m\infty} : \frac{b}{n\infty}.$$

Beispiel. z Feldspath pag. 42 geht durch den Mittelpunkt und durch Punkt $n \cdot m = \frac{3}{7} a + \frac{1}{7} b$, folglich $m = \frac{7}{3}$, $n = 7$, gibt $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = -\frac{7 - \frac{7}{3}}{\frac{7}{3}\infty} a : \frac{7 - \frac{7}{3}}{7\infty} b = -\frac{2a}{\infty} : \frac{2b}{3\infty}$. Würde ich eine Fläche $2a : \frac{2}{3} b$ an das Axenkreuz und dieser die Fläche z parallel durch den Mittelpunkt legen, so wäre die Bedingung erfüllt. Statt $2a : \frac{2}{3} b$ könnte ich aber auch die Fläche $a : \frac{1}{3} b$ wählen, die Parallele würde zu der gleichen z führen. Ich darf daher bei der Mittelpunktgleichung die 2 *im Zähler, oder allgemein* $n - m$ durch Division entfernen. Das Minus deutet blos an, daß wenn beim Herausrücken von z die Axe b im positiven Quadranten liegt, a nothwendig ein negatives Vorzeichen haben müsse.

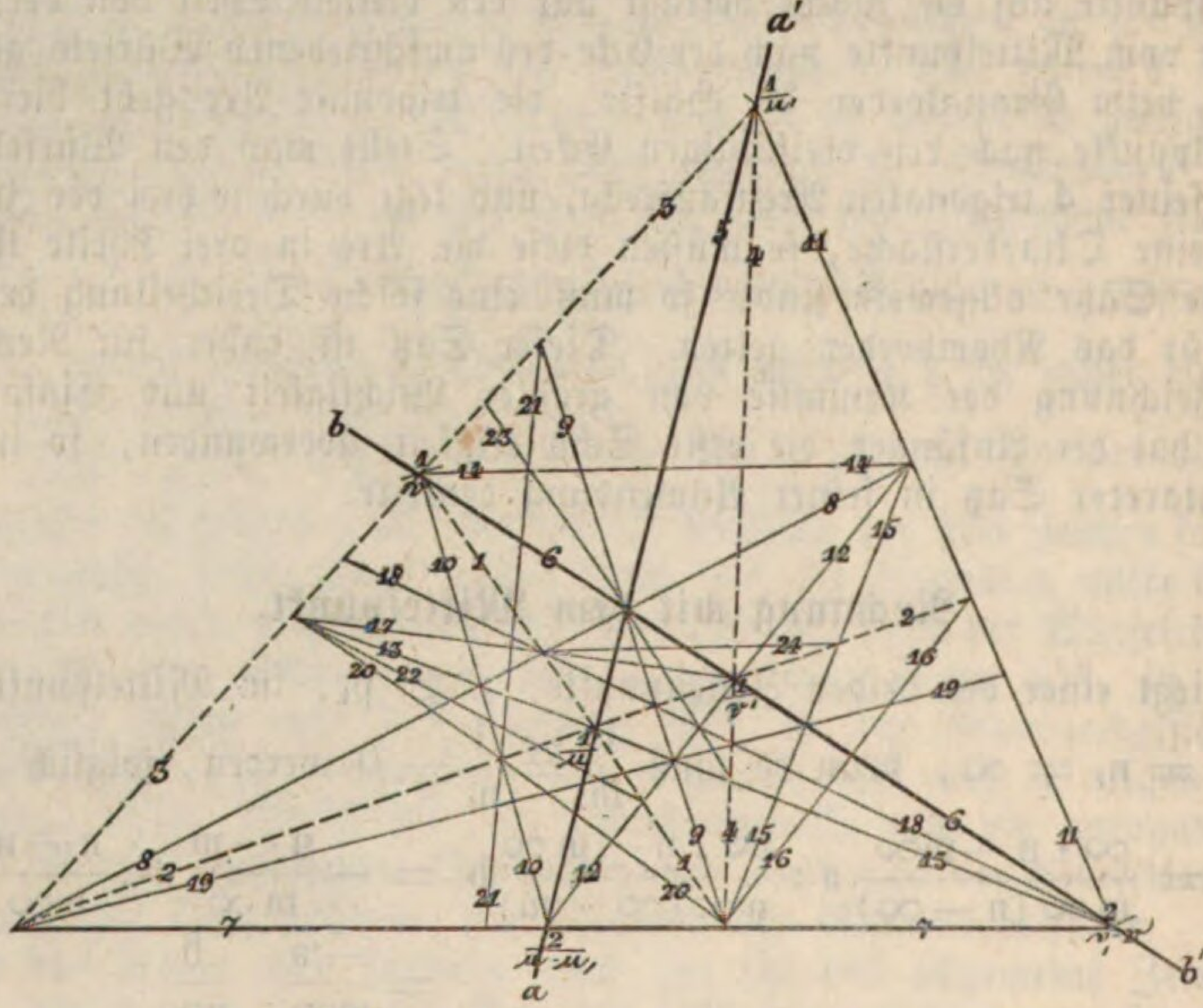
Allgemeine Anwendung der Zonenpunkt- und Sektionslinienformeln.

Haben wir die Flächen eines Systems auf eine beliebige Ebene projicirt, so kann man sämmtliche Sektionslinien und Zonenpunkte auf die Axen desjenigen Oktaides beziehen, aus welchem die Flächen deducirt sind. Gehen wir von dem Oktaide 1 bis 4 aus, und setzen ganz allgemein

$$1 = \frac{1}{\mu} : \frac{1}{\nu};\ 2 = \frac{1}{\mu} : \frac{1}{\nu_1};\ 3 = \frac{1}{\mu_1} : \frac{1}{\nu};\ 4 = \frac{1}{\mu_1} : \frac{1}{\nu_1}.$$

Der Orientirung wegen haben wir die Axen mit aa_1bb_1 bezeichnet, **sie sind aber in der Rechnung durchaus nicht nothwendig und = 1 zu**

denken. Die Heraidflächen 5 und 6 sind die Axen, auf welchen $\frac{1}{\mu}\,\frac{1}{\nu}\,\frac{1}{\mu_1}\,\frac{1}{\nu_1}$ abgetragen sind. Die dritte Heraidfläche 7 fällt nun in die Zonenpunkte



2 • 3 und 1 • 4. Für 2 • 3 ist $\mu = \mu,\ \nu = -\nu;\ \mu_1 = -\mu_1,\ \nu_1 = \nu$, das gibt den Zonenpunkt $2 \cdot 3 = \frac{\nu + \nu_1}{\mu\nu - \mu_1\nu_1}\,a + \frac{\mu + \mu_1}{\mu\nu - \mu_1\nu_1}\,b$. Für 1 • 4 ist $\mu = \mu,\ \nu = -\nu;\ \mu_1 = -\mu_1,\ \nu_1 = \nu_1$, das gibt den Zonenpunkt $1 \cdot 4 = \frac{\nu + \nu_1}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu}\,a + \frac{\mu + \mu_1}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu}\,b$. Für die Fläche 7 wird also $m = \frac{N}{\nu + \nu_1}$, $n = \frac{N}{\mu + \mu_1}$; $m_1 = \frac{N_1}{\nu + \nu_1}$, $n_1 = -\frac{N_1}{\mu + \mu_1}$, worin $N = \mu\nu - \mu_1\nu_1$ und $N_1 = \mu\nu_1 - \mu_1\nu$ gesetzt ist, das gibt

$$7 = \frac{2a}{\mu - \mu_1} : \frac{2b'}{\nu_1 - \nu}.$$

Für die Dodekaidfläche 8 im Punkte 2 • 3 und dem Mittelpunkte 5 • 6 gelegen ist $m' = n' = \infty$; $m = \frac{N}{\nu + \nu_1}$, $n = \frac{N}{\mu + \mu_1}$, gibt

$$8 = -\frac{\nu + \nu_1 - (\mu + \mu_1)}{(\mu + \mu_1)\infty}\,a : \frac{\nu + \nu_1 - (\mu + \mu_1)}{(\nu + \nu_1)\infty}\,b =$$

$$= -\frac{a}{(\mu + \mu_1)\infty} : \frac{b}{(\nu + \nu_1)\infty} = -\frac{0}{\mu + \mu_1}\,a : \frac{0}{\nu + \nu_1}\,b,$$

denn man darf bei Mittelpunktsrechnungen den gleichen Zähler in beiden Gliedern wegdividiren. Ebenso findet man $9 = \frac{a}{(\mu + \mu_1)\infty} : \frac{b'}{(\nu + \nu_1)\infty}$.

Die übrigen Dodekaidflächen 10—13 kann man ablesen. In Punkt 1·6 und 8·12 liegt $14 = \frac{2a'}{3\mu_1+\mu} : \frac{b}{\nu}$; im Punkt 8·12 und 1·4 liegt $15 = \frac{4a}{\mu-3\mu_1} : \frac{4b'}{3\nu_1-\nu}$; im Punkt 1·4 und 2·11 liegt $16 = \frac{3a}{\mu-2\mu_1} : \frac{3b}{2\nu_1-\nu}$; im Punkte 1·8 und 2·4 liegt $17 = \frac{a}{2\mu+\mu_1} : \frac{b'}{\nu_1}$; im Punkte 1·8 und 6·7 liegt $18 = \frac{2a}{3\mu+\mu_1} : \frac{2b'}{\nu_1-\nu}$; im Punkte 2·3 und 9·12 liegt $19 = \frac{4a}{3\mu-\mu_1} : \frac{4b_1}{3\nu_1-\nu}$; im Punkte 3·13 und 1·4 liegt $20 = \frac{3a}{2\mu-\mu_1} : \frac{3b}{2\nu-\nu_1}$; im Punkte 3·9 und 2·10 liegt $21 = \frac{4a}{\mu-3\mu_1} : \frac{4b}{5\nu+\nu_1}$; im Punkt 3·13 u. 2·18 liegt $22 = \frac{3a}{4\mu+\mu_1} : \frac{3b}{2\nu_1-\nu}$.

Fassen wir alle diese Zeichen, welche verschiedenen Körpern angehören, etwas näher ins Auge, so findet man darin bald ein merkwürdiges Gesetz: Fangen wir bei der Säule $8 = \frac{0}{\mu+\mu_1}$ an, so folgt dann $17 = \frac{1}{2\mu+\mu_1}$, $18 = \frac{2}{3\mu+\mu_1}$, $22 = \frac{3}{4\mu+\mu_1}$, $21 = \frac{4}{5\nu+\nu_1}$ . . . . . $1 = \frac{1}{\mu} = \frac{\infty}{(\infty+1)\mu+\mu_1}$ bildet die Gränze. Darüber hinaus schlägt das Gesetz um, und beginnt wieder mit $\frac{1}{\mu} = \frac{\infty}{(\infty-1)\mu-\mu_1}$ . . . . $19 = \frac{4}{3\mu-\mu_1}$, $20 = \frac{3}{2\mu-\mu_1}$, $18 = \frac{2}{\nu_1-\nu}$. Unter unsern Zahlen ist keine einzige, welche diesem Gesetze erster Ordnung nicht folgte, denn die Zeichen $21 = \frac{4}{\mu-3\mu_1}$ 2c. sind $= -\frac{4}{3\mu_1-\mu}$, machen also keine Ausnahme. Eine solche überraschende Einfachheit hätte man bei der Complicität der Rechnung nicht erwartet. Setzt man $\mu = \mu_1 = \nu = \nu_1 = 1$, so bekommt man die gewöhnlichsten Zahlen, welche bei Axenschnitten vorzukommen pflegen, c dabei immer in der Einheit geschnitten gedacht.

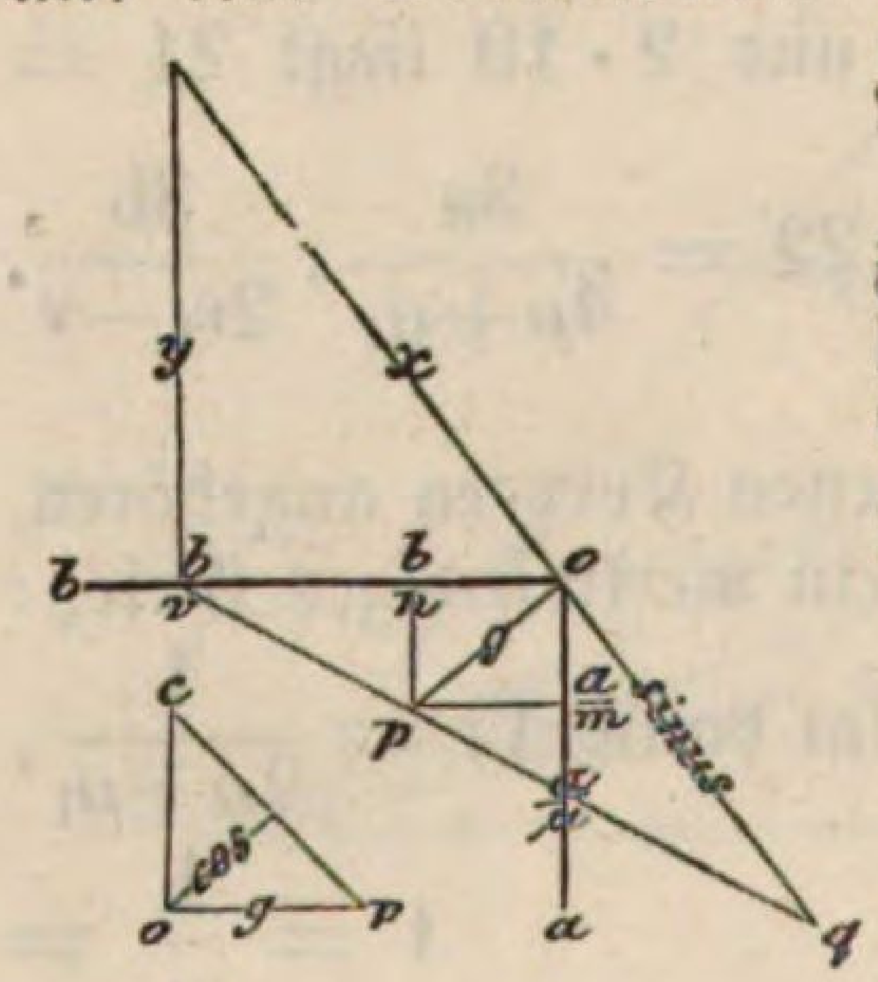
Suchen wir jetzt die Flächen im Punkt 3·13 und 1·12 gibt $22 = \frac{5a}{4\mu+\mu_1} : \frac{5b}{3\nu-2\nu_1}$; im Punkt 5·6 und 4·13 gibt $23 = \frac{a}{(2\mu+2\mu_1)\infty} : \frac{b}{(\nu+\nu_1)\infty} = \frac{0}{2\mu+2\mu_1}a : \frac{0}{\nu+\nu_1}b$; im Punkte 2·15 und 1·8 gibt $24 = \frac{2a}{5\mu+3\mu_1} : \frac{2b}{3\nu_1+\nu}$ 2c., so erkennen wir darin weitere Ordnungen, einzelne Glieder stimmen noch mit dem Gesetze erster Ordnung. Das Gesetz **zweiter** Ordnung beginnt aber mit $\frac{0}{2\mu+2\mu_1}$, $\frac{1}{3\mu+2\mu_1}$,

$\frac{2}{4\mu+2\mu_1}\ldots;\ \ldots\frac{5}{3\mu-2\mu_1},\frac{4}{2\mu-2\mu_1},\frac{3}{\mu-2\mu_1}$. Die dritte Ordnung heißt $\frac{o}{3\mu+3\mu_1},\ \frac{1}{4\mu+3\mu_1},\ \frac{2}{5\mu+3\mu_1}\ldots;\ \ldots\frac{7}{4\mu-3\mu_1},\ \frac{6}{3\mu-3\mu_1},\ \frac{5}{2\mu-3\mu_1}$ ꝛc.

Die Kantenwinkelformel

$$tg = ab\sqrt{m^2n^2+n^2a^2+m^2b^2} : m\mu b^2 - n\nu a^2$$

gilt bei ungleichen rechtwinkligen Axen ab für einen Zonenpunkt $p = \frac{a}{m} + \frac{b}{n}$ und eine Sektionslinie $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$, und zwar ist immer der Winkel gemeint, welchen die Ebene $c : \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ mit der durch p gezogenen Mittelpunktsebene macht, deren Sektionslinie g ist, $c = 1$ gesetzt. Offenbar ist der Cosinus dieses Winkels das Perpendikel vom Axenmittelpunkt o auf die Linie cp gefällt, folglich



$$cos : oc = g : pc,\ \text{oder}$$

$$cos : 1 = g : \sqrt{1+g^2},\ cos = \frac{g}{\sqrt{1+g^2}}.$$

Der $sin = oq$ muß dann senkrecht auf g stehen. Zieht man die Hilfslinie y parallel ao, und verlängert oq um das Stück x bis zum Schnitt mit y, so ist $sin : sin + x = \frac{a}{\mu} : y$, folglich $sin = \frac{ax}{\mu y - a}$, worin $y : \frac{b}{\nu} = \frac{b}{n} : \frac{a}{m}$, $y = \frac{mb^2}{n\nu a}$, und $x : \frac{b}{\nu} = g : \frac{a}{m}$, $x = \frac{mbg}{\nu a}$; folglich

$$sin : cos = tg = \frac{mnabg}{m\mu b^2 - n\nu a^2} : \frac{g}{\sqrt{1+g^2}} = mnab\sqrt{1+g^2} : m\mu b^2 - n\nu a^2,$$

da nun $g = \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}$, so ist

$$tg = ab\sqrt{m^2n^2+n^2a^2+m^2b^2} : m\mu b^2 - n\nu a^2.$$

Beispiel. Nehmen wir mit Weiß die Axen des Feldspathes pag. 42 rechtwinklig und $a : b = \sqrt{\tfrac{13}{3}} : \sqrt{13}$. Suchen wir jetzt den Winkel T/o in der ersten Kantenzone, so ist $p = \frac{a}{m} + \frac{b}{n} = \frac{a}{1} + \frac{b}{1}$, folglich $m = n = 1$, und $o = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{b}{2} : \frac{a'}{-1}$, -1 weil die Sektionslinie in einen andern Quadranten greift als wo der Zonenpunkt liegt, folglich $\mu = -1$ und $\nu = +2$, daher $tg = \sqrt{\frac{13^2}{3}}\sqrt{1+\tfrac{13}{3}+13} : -13 - 2\cdot\tfrac{13}{3}$

$$= \frac{13}{3}\sqrt{3+13+3\cdot 13} : -\frac{5\cdot 13}{3} = -\tfrac{1}{5}\sqrt{55} = -\sqrt{\tfrac{11}{5}}.$$

Für den Winkel T/m bleibt $m = n = 1$, aber es wird $\mu = 3$ und $\nu = -2$, folglich $tg = \frac{13}{3}\sqrt{55} : 3 \cdot 13 + 2 \cdot \frac{13}{3} = +\sqrt{\frac{5}{11}}$. Das + und — ist gar nicht weiter zu berücksichtigen, es zeigt blos an, daß die Winkel auf verschiedenen Seiten der Mittelpunktsebene T liegen.

Für einen Zonenpunkt $p = ma + nb$ und eine Sektionslinie $\mu a : \nu b$, wird $tg = ab\sqrt{\frac{1}{m^2} \cdot \frac{1}{n^2} + \frac{a^2}{n^2} + \frac{b^2}{m^2}} : \frac{1}{m} \cdot \frac{1}{\mu} \cdot b^2 - \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{\nu}\, a^2$

$$= \mu\nu ab\sqrt{1 + m^2a^2 + n^2b^2} : n\nu b^2 - m\mu a^2.$$

In manchen Fällen ist es wünschenswerth, den ganzen Winkel zu rechnen. Da gibt es keinen nähern Weg, als mittelst Coordinaten. Die Ebene $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c$, durch den Mittelpunkt gelegt, hat die Coordinatengleichung $\frac{\mu x}{a} + \frac{\nu y}{b} + z = o$, ebenso die zweite $\frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{\nu_1}$ die Gleichung $\frac{\mu_1 x}{a} + \frac{\nu_1 y}{b} + y = o$, daraus folgt nach der bekannten Coordinatenformel für die Winkel zweier Ebenen:

$$\cos = -\frac{a^2b^2 + \mu\mu_1 a^2 + \nu\nu_1 b^2}{\sqrt{a^2b^2 + \nu^2a^2 + \mu^2b^2}\sqrt{a^2b^2 + \nu_1{}^2a^2 + \mu_1{}^2b^2}} \text{ (Cosinusformel)}$$

Beispiel. Suche ich den Winkel P/g beim Feldspath, so müßte ich, da T ihn nicht halbirt, zwei Winkel P/T und T/g rechnen und addiren. Der Umweg ist zwar nicht groß, doch kann man für dieses Oblongoktaeder die Cosinusformel benützen. Für $P = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} = \frac{a}{1} : \frac{b}{o}$ und $g = \frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{\nu^1} = \frac{a}{o} : \frac{b}{1}$ ist also $\mu = 1$, $\nu = o$ und $\mu_1 = o$, $\nu_1 = 1$ zu setzen. Folgt

$$\cos = -\frac{a^2b^2 + oa^2 + ob^2}{\sqrt{a^2b^2 + o^2a^2 + b^2}\sqrt{a^2b + a^2 + o^2b^2}} = -\frac{a^2b^2}{\sqrt{a^2b^2 + b^2}\sqrt{a^2b^2 + a^2}}$$

$$= -\frac{ab}{\sqrt{a^2+1}\sqrt{b^2+1}} = -\frac{\sqrt{\frac{13}{3}}\sqrt{13}}{\sqrt{\frac{13}{3}+1}\sqrt{13+1}} = -\frac{13}{4\sqrt{14}}.$$

Zweigliedriges System.

$$tg = ab\sqrt{m^2n^2 + n^2a^2 + m^2b^2} : m\mu b^2 - n\nu a^2.$$

Daraus lassen sich mit Leichtigkeit die besondern Formeln ableiten. Für die Kantenzone ist $n = m$, folglich $tg = ab\sqrt{m^2 + a^2 + b^2} : \mu b^2 - \nu a^2$

Oktaeder $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$
- vordere Endkante $tg = b\sqrt{\mu^2 + a^2} : \nu a$
- seitliche Endkante $tg_1 = a\sqrt{\nu^2 + b^2} : \mu b$
- Seitenkante $tg_0 = \sqrt{\nu^2a^2 + \mu^2b^2} : ab$

Denn ist das Oktaeder $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ gegeben, so ist für den Zonenpunkt der vordern Endkante $\frac{a}{\mu} : c$, $m = \mu$, $\frac{1}{n} = o$ oder $n = \infty$; für die seitliche Endkante $\frac{b}{\nu} : c$, $\frac{1}{m} = o$ oder $m = \infty$ und $n = \nu$.

Für die Neigung der Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ gegen die Axe c liegt der Zonenpunkt im Unendlichen, wir haben also, wenn wir uns den Zonenpunkt in dem linken vordern Quadranten denken $m = m \cdot o$, und $n = n \cdot o$. Suchen wir den Zonenpunkt nach der Zonenpunktformel, so ist darin $\mu = \mu$, $\nu = -\nu$, $\mu_1 = -\mu$, $\nu_1 = \nu$ zu setzen, gibt $\frac{2\nu}{o} a + \frac{2\mu}{o} b$, welches mit Rücksicht auf die Mittelpunktrechnung pag. 47 $= \frac{a}{\mu \cdot o} + \frac{b}{\nu \cdot o}$, woraus $m = \mu$ und $n = \nu$ folgt, dieß und $\mu = \pm \mu$ und $\nu = \mp \nu$ in die Kantenwinkelformel gesetzt, gibt die Seitenkante. Da der halbe Seitenkantenwinkel + der Neigung zur Axe $c = 90^0$ ist, so ist $ctg = \sqrt{\nu^2 a^2 + \mu^2 b^2} : ab$ oder $tg = ab : \sqrt{\nu^2 a^2 + \mu^2 b^2}$ die Neigung der Oktaederflächen zur Hauptaxe.

Das Oktaeder a : b hat daher $\mu = \nu = 1$ gesetzt in der vordern Endkante $tg = \frac{b}{a}\sqrt{a^2+1}$; seitlichen Endkante $tg_1 = \frac{a}{b}\sqrt{b^2+1}$; Seitenkante $tg_0 = \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}}$. Aus je zweien können wir die Axe a und b bestimmen, wir bekommen dann:

$$a = \sqrt{\frac{tg^2 tg_1{}^2 - 1}{tg^2 + 1}} = \sqrt{\frac{tg^2 + 1}{tg^2 tg_0{}^2 - 1}} = \sqrt{\frac{tg_1{}^2 + 1}{tg_0{}^2 + 1}};$$

$$b = \sqrt{\frac{tg^2 tg_1{}^2 - 1}{tg_1{}^2 + 1}} = \sqrt{\frac{tg^2 + 1}{tg_0{}^2 + 1}} = \sqrt{\frac{tg_1{}^2 + 1}{tg_1{}^2 tg_0{}^2 - 1}}.$$

Beispiel. Schwefel. Nach Prof. Mitscherlich (Abh. Berl. Akad. 1822, pag. 45) ist am zweigliedrigen Schwefel die vordere Endkante 106 • 38 ($tg = tg\ 53 \cdot 19$), die seitliche Endkante 84 • 58 ($tg_1 = tg\ 42 \cdot 29$), die Seitenkante 143 • 16 ($tg_0 = tg\ 71 \cdot 38$).

$ltg^2 = 0{,}25577$ . . num. 1,8021, $ltg^2\, tg_1{}^2 = 0{,}17937$ . . num. 1,5114
$ltg_1{}^2 = 9{,}92360$ . . — 0,8387, $ltg^2\, tg_0{}^2 = 1{,}21347$ . . — 16,348
$ltg_0{}^2 = 0{,}95770$ . . — 9,0719, $ltg_1{}^2 tg_0{}^2 = 0{,}88130$ . . — 7,6084.

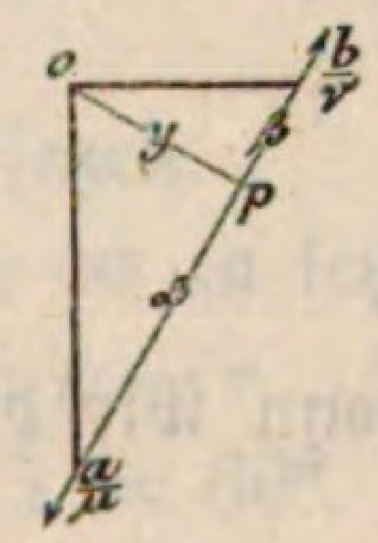
Dieß in die Formeln gesetzt gibt $la = 9{,}63064$ und $lb = 9{,}72213$. Mitscherlich hat den dritten Winkel aus zweien berechnet, würde man den dritten zur Kontrole messen und aus allen dreien das Mittel nehmen, so würde man damit der Wahrheit näher treten.

Die Paare $\frac{a}{\mu} : \infty b$, $\frac{b}{\nu} : \infty a$, und $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : \infty c$ lassen sich unmittelbar ablesen. Das Paar $\frac{a}{\mu} : \infty b$ hat für die Neigung gegen die Axe c

$\mathrm{tg} = \frac{a}{\mu}$, für $\mu = 1$, ist $\mathrm{tg} = a$, $\mathrm{tg}_1 = \frac{b}{\nu}$, für $\nu = 1$, $\mathrm{tg}_1 = b$. Der leichteste Weg, die Axen zu berechnen.

Das Oblongoktaeder $\frac{a}{\mu} : \infty b$ mit $\frac{b}{\nu} : \infty a$ hat nach der Cosinusformel in der Endkante $\cos = -\frac{ab}{\sqrt{a^2+\mu^2}\sqrt{b^2+\nu^2}}$, denn man darf nur $\mu = \mu$, $\nu = o$; $\mu_1 = o$, $\nu_1 = \nu$ setzen.

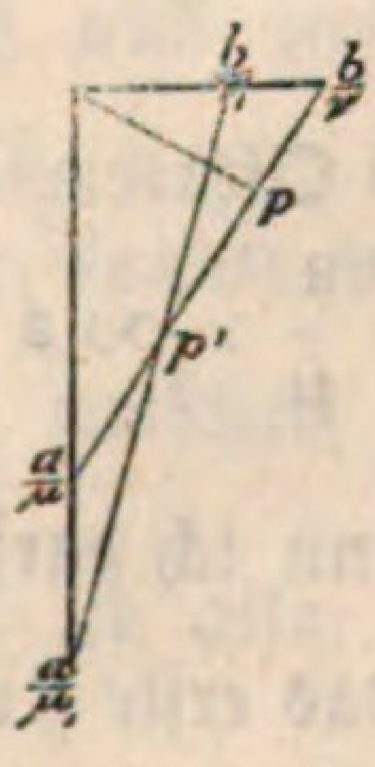
Die ebenen Winkel lassen sich von der Projektion unmittelbar ablesen, denn sie liegen alle im Scheitelpunkte. Hätte ich eine Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$, und ich suchte den Winkel der Ebene im Scheitelpunkte c, so fälle man das Perpendikel op, welches den Winkel in zwei Theile zerlegt, in den α und β correspondirenden Theil.



$$y = \frac{\frac{a}{\mu} \cdot \frac{b}{\nu}}{\sqrt{\frac{a^2}{\mu^2} + \frac{b^2}{\nu^2}}}.$$ Setzen wir $\alpha + \beta = \sqrt{\frac{a^2}{\mu^2} + \frac{b^2}{\nu^2}} = l$,

es ist die Länge der Sektionslinie zwischen den Axenebenen, so ist $cp = \cos = \sqrt{\frac{a^2 b^2}{a^2 \nu^2 l^2} + 1}$. Es verhält sich aber $\alpha : \beta = \frac{a^2}{\mu^2} : \frac{b^2}{\nu^2}$, oder $\alpha + \beta : \frac{a^2}{\mu^2} + \frac{b^2}{\nu^2} = \alpha : \frac{a^2}{\mu^2}$, $l : l^2 = \alpha : \frac{a^2}{\mu^2}$, $\alpha = \frac{a^2}{\mu^2 l}$, $\beta = \frac{b^2}{\nu^2 l}$, α und β sind aber die Sin. des getheilten ebenen Winkels. Der cos ist allen ebenen Winkeln auf der Sektionslinie $\frac{\alpha}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ gemein.

Alle Stücke zwischen zwei Zonenpunkten sind rationale Multipla oder Submultipla von l. Ist wieder $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ gegeben, und wird diese von $\frac{a}{\mu'} : \frac{b}{\nu'}$ in p_1 geschnitten, so ist nach der Zonenpunktformel $p_1 = \frac{\nu_1 - \nu}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu} a + \frac{\mu - \mu_1}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu} b$. Es ist aber das Stück



$$p' \ldots \frac{a}{\mu} = \sqrt{\left(\frac{1}{\mu} - \frac{\nu_1 - \nu}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu}\right)^2 a^2 + \left(\frac{\mu - \mu_1}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu} b\right)^2}$$
$$= \frac{\nu_1(\mu - \mu_1)}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu} \sqrt{\frac{a^2}{\mu^2} + \frac{b^2}{\nu^2}} = \frac{\nu(\mu - \mu_1)}{\mu\nu_1 - \mu_1\nu} l.$$

Da der Faktor von l aus lauter rationalen Zahlen $\mu\mu_1\nu\nu_1$ besteht, so ist der Satz bewiesen.

Beispiel. Feldspath. Wir suchen den ebenen Winkel der Rhombenfläche o, welcher zwischen x und P liegt. Die Basis des Winkels geht also von a' bis zum ersten Kantenzonenpunkte P/T. Da $o = a' : \frac{1}{3} b$, so ist

$l = \sqrt{a^2 + \frac{1}{4}b^2} = \sqrt{\frac{91}{12}}$, und $\cos = \sqrt{\frac{a^2b^2}{\mu^2\nu^2 l^2} + 1} = \sqrt{\frac{13^2}{91} + 1}$
$= \sqrt{\frac{260}{91}} = \sqrt{\frac{20}{7}}$. Der sin neben $a' = \frac{a^2}{\mu^2 l} = \frac{13}{3}\sqrt{\frac{12}{91}} = \sqrt{\frac{52}{21}}$.
Da nun das Stück der Sektionslinie zwischen $\frac{b}{2}$ und $PT = l$ ist, so ist der zweite $\sin = \frac{b^2}{\nu^2 l} + l = \frac{13\sqrt{12}}{4\sqrt{91}} + \sqrt{\frac{91}{12}} = \frac{5\sqrt{13}}{\sqrt{21}}$, folgl. neben

$a'\ \mathrm{tg} = \sqrt{\frac{52}{21}} : \sqrt{\frac{20}{7}} = \sqrt{\frac{13}{15}}$, u. neben $\frac{b}{2}\ \mathrm{tg} = \frac{5\sqrt{13}}{\sqrt{21}} : \sqrt{\frac{20}{7}} = \sqrt{\frac{5 \cdot 13}{12}}$.

Viergliedriges System.

$$\mathrm{tg} = \sqrt{m^2n^2 + (m^2 + n^2)a^2} : m\mu - n\nu,$$

denn wir dürfen in der zweigliedrigen Formel nur $a = b$ setzen.

$$a^2 = \frac{\mathrm{tg}^2(m\mu - n\nu)^2 - m^2n^2}{m^2 + n^2}.$$

Kantenzone: $\mathrm{tg} = \sqrt{m^2 + 2a^2} : \mu - \nu$, denn darin wird $n = m$.

Oktaeder $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu}$ { Endkante $\mathrm{tg} = \frac{1}{\mu}\sqrt{\mu^2 + a^2}$; Seitenkante $\mathrm{tg_o} = \frac{\mu\sqrt{2}}{a}$ }

denn ich darf nur für die Endkante $\mu = \nu = m$, und $n = \infty$ setzen, für die Seitenkante dagegen $\mu o = m = n$, und $\mu = \mu$, $\nu = -\mu$. Im letztern Falle kommt $\mathrm{tg} = \sqrt{\mu^2 o^2 \cdot \mu^2 o^2 + (\mu^2 o^2 + \mu^2 o^2)a^2} : \mu \cdot o \cdot \mu + \mu \cdot o \cdot \mu$ $= \sqrt{2\mu^2 a^2} : 2\mu^2 = \frac{\mu a}{\mu^2\sqrt{2}} = \frac{a}{\mu\sqrt{2}}$ als Neigung der Oktaederfläche gegen die Axe. Da diese den halben Seitenkantenwinkel zu 90^0 ergänzt, so muß ich den Bruch umkehren. Am unmittelbarsten folgt es aus der Formel der Seitenkante im zweigliedrigen System pag. 51.

Oktaeder a : a hat

$$\mathrm{tg} = \sqrt{1 + a^2},\quad a = \sqrt{\mathrm{tg}^2 - 1};\quad \mathrm{tg_o} = \frac{\sqrt{2}}{a},\quad a = \frac{\sqrt{2}}{\mathrm{tg_o}}.$$

Oktaeder $\frac{a}{\mu} : \infty a$ { Endkante $\mathrm{tg} = \frac{1}{\mu}\sqrt{\mu^2 + 2a^2}$; $a^2 = \frac{\mu^2(\mathrm{tg}^2 - 1)}{2}$. Seitenkante $\mathrm{tg_o} = \frac{\mu}{a}$; $a = \frac{\mu}{\mathrm{tg_o}}$. }

denn ich darf für die Endkante nur $m = n = \mu$ und $\mu = \mu$, $\nu = o$ setzen.

Das erste stumpfere Oktaeder a : ∞a hat $\mathrm{tg} = \sqrt{1 + 2a^2}$ u. $\mathrm{tg_o} = \frac{1}{a}$.

Neigung der Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\nu}$ gegen die Axe c ist $\mathrm{tg} = a : \sqrt{\mu^2 + \nu^2}$, denn ich darf nur $m = \mu \cdot o$ und $n = -\nu \cdot o$ setzen.

Beispiel. Zirkon nach Phillips $84^0\,20'$ in den Seitenkanten des Oktaeders, daher $a = \frac{\sqrt{2}}{tg\,42 \cdot 10} = 1{,}561 = \sqrt{2{,}438} = l\,0{,}19354$. Der Endkantenwinkel wird $123^0\,15'$ angegeben, darnach $a = \sqrt{tg^2\,61 \cdot 37\frac{1}{2} - 1} = 1{,}588 = \sqrt{2{,}428} = l\,0{,}19259$. Nimmt man von beiden Aren das Mittel, so ist $a = 1{,}559$. Nach dem ersten a würde der Endkantenwinkel $123^0\,19'$ betragen, also um $4'$ größer sein.

Reguläres System.

$$tg = \sqrt{m^2n^2 + m^2 + n^2} : m\mu - n\nu,$$

denn wir dürfen nur in der zweigliedrigen Formel $a = b = 1$ setzen. Eine Are ist hier nicht mehr zu bestimmen.

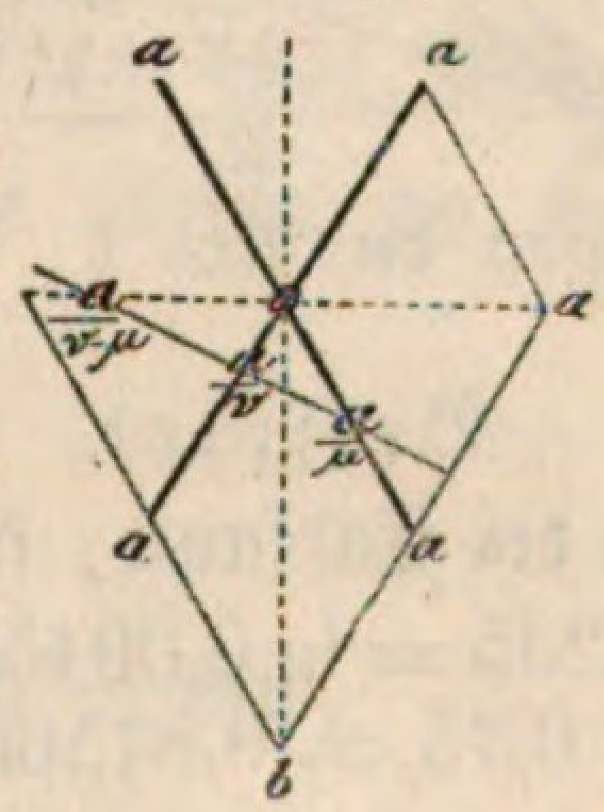
Kantenzone $tg = \sqrt{m^2 + 2} : \mu - \nu$, denn $m = n$ zu setzen.

Arenpunkte $tg = \sqrt{\mu^2 + 1} : \nu$, denn $m = \mu$ und $n = \infty$ zu setzen. Für die Granatoederkantenzone $m = 1$, folglich $tg = \sqrt{3} : \mu - \nu$. Für das Granatoeder selbst $\mu = 1$ und $\nu = o$, folglich $tg = \sqrt{3} = 60^0$.

Für die Neigung der Flächen gegen die Arenebene ist $tg = \frac{1}{\nu}\sqrt{\mu^2 + 1}$, denn $m = \mu$, und $n = \infty$. Für das Oktaeder darin $\mu = \nu = 1$, gibt $tg = \sqrt{2} = 54^0\,44'$.

Drei- und einariges System.

$$tg = \sqrt{3}\sqrt{m^2n^2 + (3m^2 + n^2)a^2} : 3m\mu - n\nu.$$

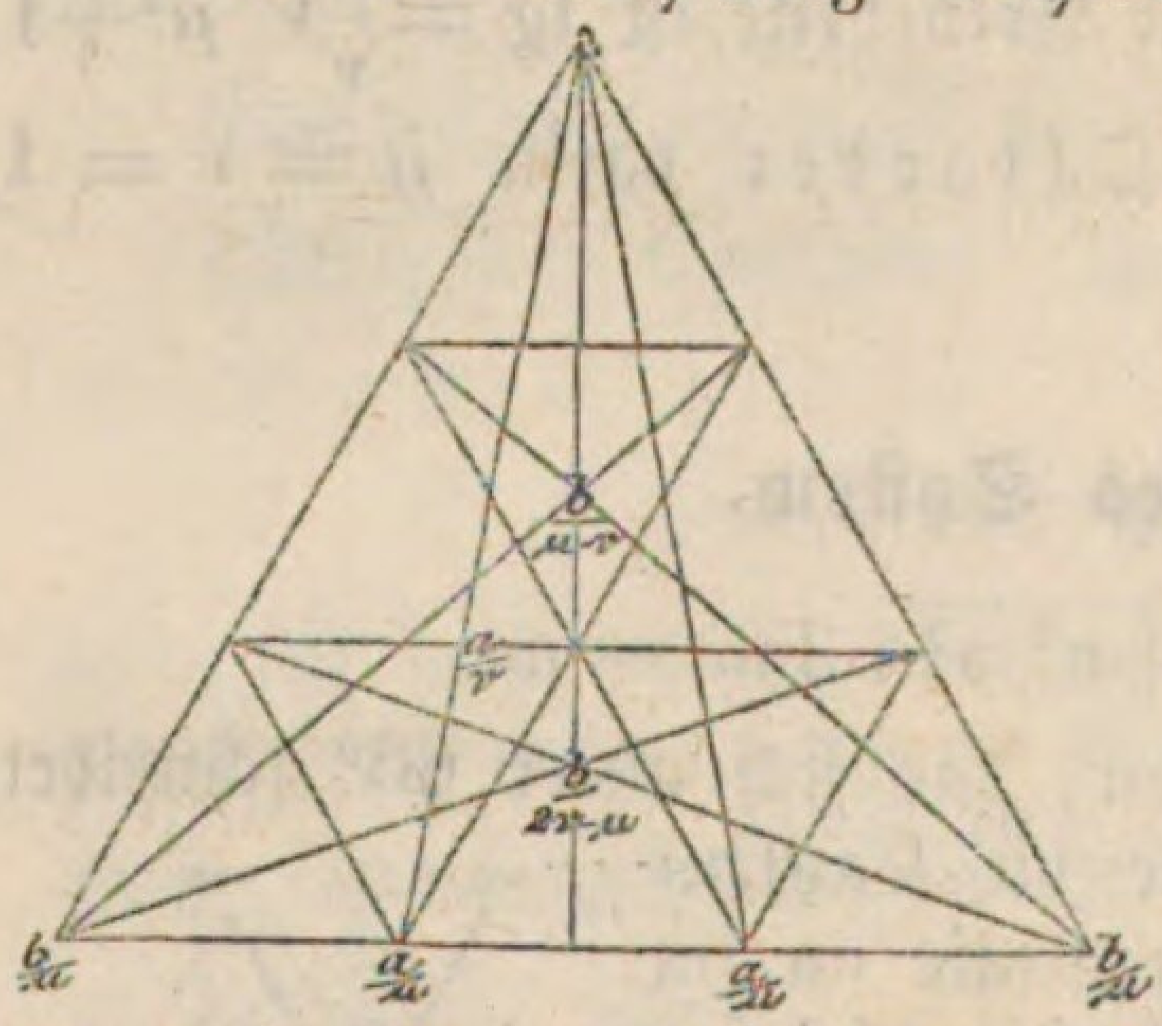


Es sei uns ein Arenkreuz aa gegeben, das sich unter 60^0 schneidet, konstruire ich dazu durch Parallelogramme die Kantenzonen ob und oa, so wird die Kantenzonenlinie oa im stumpfen Winkel gleich der Are a sein, im scharfen Winkel dagegen ist $ob = a\sqrt{3}$. Ziehe ich nun eine beliebige $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\nu}$, so muß diese nach dem Kantenzonengesetz die dritte a des stumpfen Winkels in $\frac{a}{\nu - \mu}$ schneiden, die zwischenliegende b im scharfen Winkel in $\frac{b}{\mu + \nu}$. Das Zeichen der Linie ist also $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\nu} : \frac{a}{\nu - \mu}$, und da ich nun zwischen je zwei a eine Zwischenare b, also im Ganzen dreimal, legen kann, so werde ich die Schnitte in b durch einfache Addition der Nenner von a finden. Zwischen $\frac{a}{\nu}$ und $\frac{a}{\nu - \mu}$ liegt daher $\frac{b}{2\nu - \mu}$, und zwischen $\frac{a}{\nu - \mu}$ und $\frac{a}{\mu}$ liegt $\frac{b}{\nu - 2\mu}$, das vollständige Zeichen der Linie ist also $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\mu + \nu} : \frac{a}{\nu} : \frac{b}{2\nu - \mu} : \frac{a}{\nu - \mu} : \frac{b}{\nu - 2\mu}$. Bei der Rechnung haben wir nur eines der b mit einem der a auszuzeichnen, die aber wie die punktirten

Linien unserer Figur auf einander senkrecht stehen müssen. Die allgemeine Linie in unserem Fall ist also durch das Zeichen $\frac{a}{\nu-\mu} : \frac{b}{\mu+\nu}$ gegeben. Wollen wir mit diesem Zeichen rechnen, so ist in der zweigliedrigen Formel $b = a\sqrt{3}$ zu setzen, woraus obige allgemeine Formel hervorgeht. Die Hauptsache bei allen diesen Betrachtungen bleibt immer die, daß man sich eine gute Projektionsfigur macht. Für unsere gewählten rechtwinkligen Axen bilden alsdann die zwischenliegenden a die Kantenzonen, will ich aber ihren Schnitt nach dem Kantenzonengesetz finden, so muß ich den gefundenen Ausdruck mit 2 multipliciren, um ihn auf die Axe beziehen zu können: z. B. die Axe zwischen $\frac{a}{\nu-\mu}$ und $\frac{b}{\mu+\nu}$ hätte nach dem Kantenzonengesetz $\frac{a}{2\nu}$, auf die Axe a bezogen aber $2 \cdot \frac{a}{2\nu} = \frac{a}{\nu}$.

Rhomboeder $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu} : \infty a$ $\begin{cases} \text{Endkante } tg = \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{a^2}{\mu^2}}, \quad a = \mu\sqrt{tg^2 - \frac{1}{3}} \\ \text{Neigung gegen die Axe } tg = \mu a\sqrt{\frac{3}{4}}. \end{cases}$

Bei der Rechnung wählen wir am geschicktesten immer diejenige Rhomboederkante, welche in der Axe b liegt, für diese ist aber $m = \infty$, $n = \mu$. Da nun ferner eine Rhomboederfläche $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu} : \infty a$ die Axe b ebenfalls in $\frac{b}{\mu}$ schneiden muß, ihr Zeichen auf rechtwinklige Axen bezogen also $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\mu}$ sein muß, so ist $\nu = \mu$ zu setzen, woraus die Endkantenformel folgt. Für die Neigung gegen die Axe c, ist der $\sin = \frac{\mu b}{2}$ und $\cos = 1$.



Beispiel. Der Bitterspath von Snarum ($\dot{M}g\ddot{C}$) mißt 107° 28 in der Endkante, folglich (bei $\mu = 1$) $a = \sqrt{tg^2 53 \cdot 44 - \frac{1}{3}} = \sqrt{1,5244}$ $1,235 = lg\ 0,09155$. Für die Neigung gegen die Axe $tg = a\sqrt{\frac{3}{4}}$, $\frac{3}{4} = 0,75$, $lg\ 0,75 = 9,87506$, $tg = 46^0\ 55'$.

Dihexaeder $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu} : \infty a$ $\begin{cases} \text{Endkante} \quad tg = \sqrt{3}\sqrt{1 + \frac{a^2}{\mu^2}}, \quad a = \mu\sqrt{\frac{1}{3}tg^2 - 1}. \\ \text{Seitenkante } tg_0 = \frac{2\mu}{a\sqrt{3}}, \quad a = \frac{2\mu}{tg_0\sqrt{3}}. \end{cases}$

Da eine Endkante in dem Axenpunkte $\frac{a}{\mu}$ liegen muß, so ist für diese $m = \mu$, $n = \infty$ und $\mu = \nu$. Für die Seitenkante wird $m = n = \mu o$, $\mu = \mu$, $\nu = -\mu$, woraus obige Formeln folgen.

Beispiel. Das Quarzdihexaeder hat nach Kupfer in der Seitenkante 103° 35′ in der Endkante 133° 44′, folglich (für $\mu = 1$)

$a = \frac{2}{tg_0 51 \cdot 47\frac{1}{2}\sqrt{3}}$, $lg \frac{2}{\sqrt{3}} = 0{,}06247$, $a = 0{,}9089 = \sqrt{0{,}8262}$,
$lg = 9{,}95853$. Gibt $tg = \sqrt{3}\sqrt{1{,}8262} = 66^0\ 52'$.

Dreikantner $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\nu} : \frac{a}{\nu-\mu}$, $\frac{b}{\mu+\nu} : \frac{b}{2\nu-\mu} : \frac{b}{\nu-2\mu}$

$$\begin{cases} \text{stumpfe Endk.} \ tg = \frac{1}{\mu}\sqrt{\frac{1}{3}(2\nu-\mu)^2 + a^2}. \\ \text{scharfe Endk.} \ tg_1 = \frac{1}{\nu-\mu}\sqrt{\frac{1}{3}(\mu+\nu)^2 + a^2}. \\ \text{Seitenkante} \ ctg_0 = \frac{1}{\nu}\sqrt{\frac{1}{3}(\nu-2\mu)^2 + a^2}. \end{cases}$$

Zu dem Ende projiciren wir den Dreikantner, so liegen die dreierlei Winkel in der Axe b. Die stumpfe Endkante tg dem Projektionsmittelpunkte am nächsten liegend hat $m = \infty$, $n = \nu = 2\nu - \mu$; die scharfe Endkante tg_1 vom Mittelpunkte etwas entfernter hat $m = \infty$, $n = \nu = \mu + \nu$ und $\mu = \nu - \mu$; endlich die entfernteste scharfe tg_0 hat $m = \infty$, $n = \nu = \nu - 2\mu$ und $\mu = \nu$, doch finde ich durch diese Formel die Neigung der Fläche zur Hauptaxe, welche das Complement zum halben Seitenkantenwinkel bildet, folglich die halbe Seitenkante selbst

$$cotg = \frac{1}{\nu}\sqrt{\frac{1}{3}(\nu-2\mu)^2 + a^2}.$$

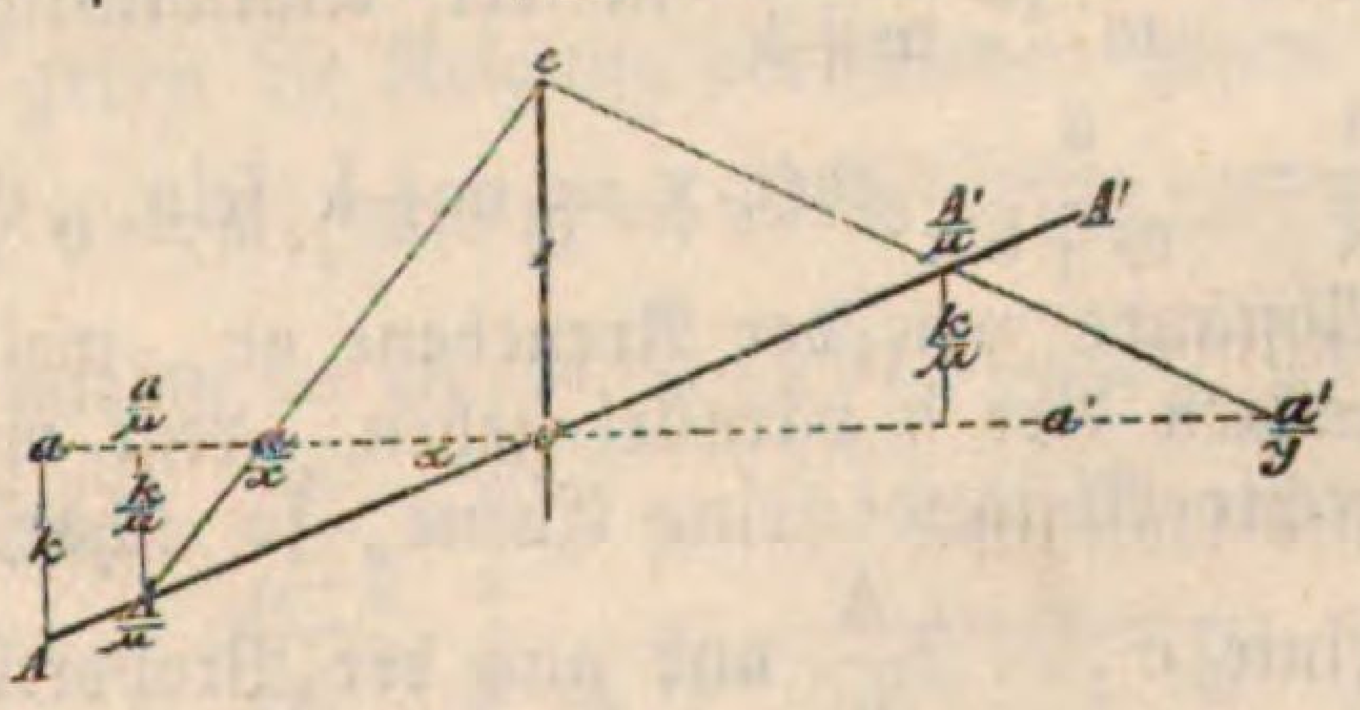
Beispiel. Kalkspath $a = \sqrt{1{,}3702}$. Suchen wir die Winkel des gewöhnlichen Dreikantner $c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, so ist $\mu = 1$, $\nu = 3$, $\nu - \mu = 2$, $\mu + \nu = 4$, $2\nu - \mu = 5$, $\nu - 2\mu = 1$, folglich

$$tg = \sqrt{\tfrac{1}{3} \cdot 5^2 + a^2} = \sqrt{9{,}7035},\ lg\,tg = 0{,}49346 \ldots\ 72^0\ 12'.$$
$$tg_1 = \tfrac{1}{2}\sqrt{\tfrac{1}{3} \cdot 4^2 + a^2} = \sqrt{1{,}6759},\ lg\,tg_1 = 0{,}11212 \ldots\ 52^0\ 19'.$$
$$ctg_0 = \tfrac{1}{3}\sqrt{\tfrac{1}{3} + a^2} = \sqrt{0{,}1893},\ lg\,ctg_0 = 9{,}63857 \ldots\ 66^0\ 30'.$$

Die ebenen Winkel findet man mittelst der Projektion ohne Mühe. Für die Rhomboeder $\frac{a}{\mu} : \frac{a}{\mu} : \infty a$ beträgt der halbe Winkel an der Endecke $tg = 3a : \sqrt{4\mu^2 + 3a^2}$.

Zwei- und eingliedriges System.

$$tg = ab\sqrt{n^2(m \pm k)^2 + n^2a^2 + m^2b^2} : m(\mu \pm k)b^2 - n\nu a^2.$$



Da die Axe b auf c und A senkrecht steht, und blos A gegen c sich schief neigt, so wollen wir die Axenebene Ac zu Papier bringen, worin oA und oA' die Einheiten der schiefen Axen bezeichnen, substituiren wir dafür eine andere Axeneinheit oa und oa', welche rechtwinklig gegen c steht, so möge eine beliebige Zonenaxe $\frac{A}{\mu}$ die rechtwinklige a in $\frac{a}{x}$ schneiden. Setzen wir nun die Abweichung $Aa = k$, so ist $k = A \cdot \sin\alpha$. Ferner verhält sich

$$1 : \frac{k}{\mu} = \frac{a}{x} : \frac{a}{\mu} - \frac{a}{x} \text{ oder } 1 + \frac{k}{\mu} : \frac{a}{\mu} = 1 : \frac{a}{x}, \quad \frac{a}{x} = \frac{a}{\mu+k}$$

und hinten $\frac{a}{y} = \frac{a}{\mu - k}$.

Eine beliebige Fläche $\frac{A}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ hat also den neuen Ausdruck $\frac{a}{\mu+k} : \frac{b}{\nu}$, und $\frac{A'}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ den Ausdruck $\frac{a'}{\mu - k} : \frac{b}{\nu}$. Wenn man aber das Zeichen für rechtwinklige Axen hat, so könnte man mit der Winkelformel des zweigliedrigen Systems rechnen.

Beispiel. Feldspath pag. 42. Suchen wir den Winkel o/T, so ist $o = \frac{a'}{1-k} : \frac{b}{2}$, folglich die erste Kantenzone $o/T = \frac{a}{2-(1-k)} = \frac{a}{1+k}$, also $m = n = 1+k$, $\mu = -(1-k) = k-1$, $\nu = 2$, dieß in die zweigliedrige Kantenwinkelformel gesetzt, gibt

$$tg = ab\sqrt{(1+k)^2 + a^2 + b^2} : (k-1)\, b^2 - 2a^2.$$

Suchten wir in der Diagonalzone von P den Winkel M/n, so wäre $n = \frac{a}{1+k} : \frac{b}{4}$, also $m = 1+k$, $n = \infty$, $\mu = 1+k$, $\nu = 4$, folglich

$$tg = \frac{b}{4a}\sqrt{(1+k)^2 + a^2}.$$

Für den Anfänger ist dieß der unmittelbarste Weg zum Ziele, einfacher wird es jedoch, wenn man sich gleich die allgemeine Formel hinstellt.

Ziehen wir nämlich vom Scheitelpunkte c eine Linie (Zonenaxe) nach einem beliebigen Punkte $\frac{A}{m} + \frac{b}{n}$ in der schief gegen Axe c stehenden Projektionsebene, so möge durch diese Linie die rechtwinklig gegen c gedachte Projektionsebene in einem Zonenpunkte $\frac{a}{x} + \frac{b}{y}$ geschnitten werden. $\frac{A}{m}$ und $\frac{a}{x}$ sind die senkrechten Abstände von b in den Axenebenen Ab und ab, daher muß, weil $\frac{A}{m}$ zu $\frac{a}{m+k}$ in der rechtwinklig gegen c gelegenen Ebene wird, $\frac{a}{x} = \frac{a}{m+k}$, oder $x = m+k$ sein. Ebenso sind $\frac{b}{n}$ und $\frac{b}{y}$ die senkrechten Abstände von der Axenebene ac, weil beide der ebenfalls auf ac senkrechten Axe b parallel gehen. Legt man daher durch Zonenaxe und senkrechte Abstände eine Ebene, so schneide diese die Axenebene ac in der Linie $c \ldots \frac{A}{\mu}$ und aus der Proportion

$$\frac{b}{n} : \frac{b}{y} = c \ldots \frac{A}{\mu} : c \ldots \frac{a}{x} = \frac{a}{\mu} : \frac{a}{x} = \frac{1}{\mu} : \frac{1}{\mu+k} = \frac{1}{m} : \frac{1}{m \pm k} \text{ folgt}$$

vorn $\frac{b}{y} = \frac{mb}{n(m+k)}$ und hinten $\frac{b}{y} = \frac{mb}{n(m-k)}$. Eine Fläche $\frac{A}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ und

ein Zonenpunkt $\frac{A}{m} + \frac{b}{n}$ bekommen daher in der neuen rechtwinkligen Ebene den Ausdruck $\frac{a}{\mu \pm k} : \frac{b}{\nu}$ und $\frac{a}{m \pm k} + \frac{mb}{n(m \pm k)}$; substituiren wir daher in der Kantenwinkelformel des zweigliedrigen Systems $\mu = \mu \pm k$, $m = m \pm k$ und $n = \frac{n(m \pm k)}{m}$, so kommt obige

$$tg = ab \sqrt{n^2(m \pm k)^2 + n^2a^2 + m^2b^2} : m(\mu \pm k)b^2 - n\nu a^2.$$

Suchen wir die Winkel der Kantenzonen $\frac{A}{m} + \frac{b}{m}$, so ist $m = n$, folglich $tg = ab \sqrt{(m \pm k)^2 + a^2 + b^2} : (\mu \pm k)b^2 - \nu a^2$ für $m = 1$ haben wir die erste Kantenzone; für den Winkel o/T ist dann $\mu = -(1 - k) = k - 1$ und $\nu = 2$, folglich wie oben

$$tg = ab \sqrt{(1 + k)^2 + a^2 + b^2} : (k - 1)b^2 - 2a^2.$$

Wir müssen von $m \pm k$ das Zeichen $+$ wählen, weil der Zonenpunkt vorn liegt. Für P/T wird $\mu = 1$, $\nu = o$, folglich

$$tg = a \sqrt{(1 + k)^2 + a^2 + b^2} : (1 + k)b.$$

Für die Diagonalzonen $\frac{A}{m} + \frac{b}{\infty}$ der Schiefendflächen ist $m = \mu$, und $n = \infty$, folglich $tg = b \sqrt{(\mu \pm k)^2 + a^2} : \nu a$.

Beispiel. Feldspath hat:
$a : b : k = 2{,}128 : 3{,}598 : 0{,}04334 = \sqrt{4{,}529} : \sqrt{12{,}949} : \sqrt{0{,}001878}$;
$lga = 0{,}32800$, $lgb = 0{,}55612$, $lgk = 8{,}63689$.

Suchen wir den Winkel M/n, so ist $\mu = 1$, $\nu = 4$, folglich $tg = b \sqrt{(1 + k)^2 + a^2} : 4a = \frac{b}{4a} \sqrt{5{,}617}$ gibt $45^0\ 3'$, n stumpft also die rechtwinklige Kante zwischen P/M fast gerade ab, indem sie mit P den Winkel $180^0 - 45^0\ 3' = 134^0\ 57'$ macht.

Auf der Hinterseite ist für Winkel o/M $\mu = 1$, $\nu = 2$ zu setzen, und da hinten das Zeichen $-$ gilt, $tg = b \sqrt{(1 - k)^2 + a^2} : 2a$.

Die Zonenpunkte $\frac{A}{\infty} + \frac{b}{n}$ geben die Neigung der Flächen gegen die Axenebene bc, für sie ist $m = \infty$, $n = n$, also $tg = a \sqrt{n^2 + b^2} : (\mu \pm k)b$.

Neigung gegen Axe c hat $tg = ab : \sqrt{(\mu \pm k)^2b^2 + \nu^2a^2}$. Denn habe ich eine allgemeine Sektionslinie $\frac{a}{\mu \pm k} : \frac{b}{\nu}$, so ist das Perpendikel vom Mittelpunkt darauf gefällt $\sin = \frac{a}{\mu \pm k} \cdot \frac{b}{\nu} : \sqrt{\frac{a^2}{(\mu \pm k)^2} + \frac{b^2}{\nu^2}}$, und $\cos = c = 1$. Oder ich kann auch in der allgemeinen Formel des zweigliedrigen Systems $m = (\mu \pm k)o$, $n = \nu \cdot o$, $\mu = \mu \pm k$, $\nu = -\nu$ setzen. Für die Neigung der Schiefendflächen gegen die Axe ist $\nu = o$, folglich vorn $tg = a : \mu + k$ und hinten $tg = a' : \mu - k$.

Neigung von g/M ist $tg = ab : \sqrt{k^2b^2+a^2}$. Denn da $g = b : \infty A = b : \frac{A}{o}$, so wird dies in der rechtwinkligen Projektionsebene $b : \frac{a}{o \pm k}$, und das Perpendikel vom Mittelpunkt auf diese Linie ist der sin für $\cos = c = 1$. Oder allgemein für eine Linie $\frac{b}{\nu} : \frac{a}{\pm k}$ ist

$$tg = ab : \sqrt{k^2b^2+\nu^2a^2}.$$

Die Rechnung der Axenelemente a, b, k wird am einfachsten, wenn man den Säulenwinkel und die Winkel zweier Augitartigen Paare mißt. Hätten wir z. B. beim Feldspath den Säulenwinkel $T/T = 118^0\,48'$, $n/n = 90^0\,6'$ und $o/o = 126^0\,14'$ gefunden, so heiße $tg = tg\,59^0\,24'$, $tg_i = tg\,45^0\,3'$ und $tg_0 = tg\,63^2\,7'$. Nun ist aber

$$tg\,59^0\,24 = tg\ M/T = \frac{b}{a};$$

$$tg_1\,45^0\,3' = tg_1\ M/n = \frac{b}{4a}\sqrt{(1+k)^2+a^2};$$

$$tg_0\,63^0\,7' = tg_0\ M/o = \frac{b}{2a}\sqrt{(1-k)^2+a^2}, \text{ folglich}$$

$$4tg_1 = tg \cdot \sqrt{(1+k)^2+a^2}, \quad \frac{16tg_1^{\,2}}{tg^2} - (1+k)^2 = a^2$$

$$2tg_0 = tg\sqrt{(1-k)^2+a^2}, \quad \frac{4tg_0^{\,2}}{tg^2} - (1-k)^2 = a^2$$

$$\frac{16tg_1^{\,2}}{tg^2} - (1+k)^2 = \frac{4tg_0^{\,2}}{tg^2} - (1-k)^2,$$

$$\frac{16tg_1^{\,2} - 4tg_0^{\,2}}{tg^2} = (1+k)^2 - (1-k)^2 = 4k$$

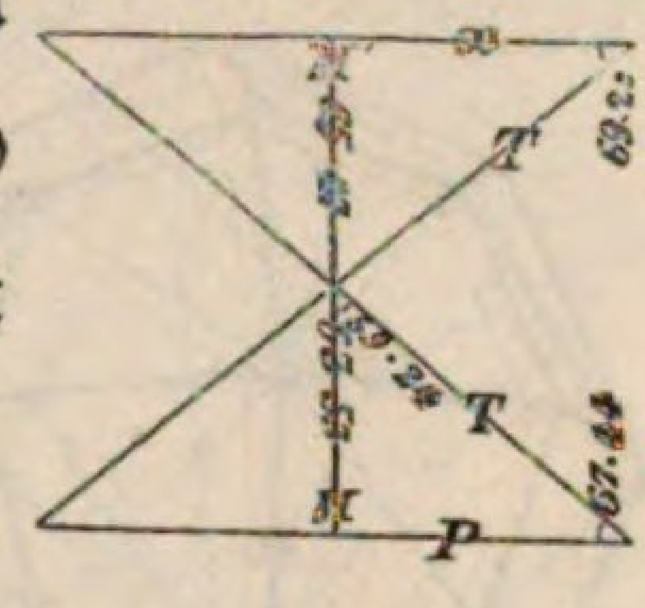
$$k = \frac{4tg_1^{\,2} - tg_0^{\,2}}{tg^2}, \text{ folglich}$$

a^2 bekannt, und $b = atg$. Der stumpfe Winkel der Axen liegt bei einem $+k$ auf der Seite des ersten Gliedes, also hier auf der Seite von tg_1.

$l4 = 0{,}60206$
$ltg_1^{\,2}\,45 \cdot 3 = 0{,}00152$
$0{,}60358 \ldots$ num. $4{,}014$
$ltg_0^{\,2}\,63 \cdot 7 = 0{,}59005 \ldots$ — $3{,}891$
$l\,0{,}123 = 9{,}08990$
$ltg^2\,59 \cdot 24 = 0{,}45624$
$lk = 8{,}63366 \ldots$ num. $0{,}04302$
$lk^2 = 7{,}26732 \ldots$ — $0{,}00186$

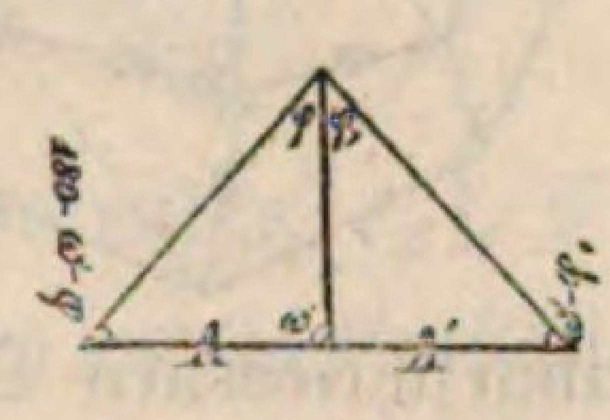
$l16 = 1{,}20412$
$ltg_1^{\,2} = 0{,}00152$
$1{,}20564$
$ltg^2 = 0{,}45624$
$0{,}74940 \ldots$ num. $5{,}6157$
$l(1+k)^2\ 0{,}03685 \ldots$ — $1{,}0886$
$a^2 = 4{,}5271$
$la^2 = 0{,}6558$
$la = 0{,}3279 \ldots$ num. $a = 2{,}1276$.
$ltg\,59 \cdot 24 = 0{,}22812$
$lb = 0{,}55602 \ldots$ num. $b = 3{,}5977$.

Hätte man in der Feldspathprojektion
$T/T = 59^0\,24' = tg$, $P/T = 67^0\,44' = tg_1$ und $x/T = 69^0\,20' = tg^0$
gegeben, so bedient man sich am besten der sphärischen Trigonometrie. Im rechtwinkligen sphärischen Dreieck MPT findet man die Seite $M = 63 \cdot 53$, da $\cos M = \frac{\cos 67 \cdot 44}{\sin 59 \cdot 44}$, ebenso im sphärischen Dreieck MTx Seite $M' = 65 \cdot 47$. Jetzt macht man von dem Satze



$$tg\omega = \frac{2 \sin\varphi \sin\varphi_1}{\sin(\varphi - \varphi_1)} \text{ (Basalformel)}$$

Gebrauch. Nach den eingeschriebenen Buchstaben ist nämlich



$$\left.\begin{array}{l} A : \sin\varphi = c : \sin(\omega + \varphi) \\ A_1 : \sin\varphi_1 = c : \sin(\omega - \varphi_1) \end{array}\right\} \frac{\sin\varphi}{\sin(\omega+\varphi)} = \frac{\sin\varphi_1}{\sin(\omega-\varphi_1)}$$

oder

$$\sin\varphi \cdot \sin\omega \cdot \cos\varphi_1 - \sin\varphi \cos\omega \cdot \sin\varphi_1 = \sin\varphi_1 \sin\omega \cdot \cos\varphi + \sin\varphi_1 \cos\omega \cdot \sin\varphi$$
$$\sin\varphi \cdot \sin\omega \cdot \cos\varphi_1 - \sin\varphi_1 \cdot \sin\omega \cdot \cos\varphi = 2 \sin\varphi \cdot \sin\varphi_1 \cdot \cos\omega.$$

In unserm Falle ist $\varphi = M = 63^0\,53'$ und $\varphi_1 = M' = 65^0\,47'$, folglich $tg\omega = 88^0\,50'$, und da φ_1 größer als φ, so liegt der stumpfe Winkel $\omega = 91^0\,10'$ auf der Vorderseite. Die Abweichung vom rechten Winkel beträgt also $\omega - 90^0 = \alpha = 1^0\,10'$. Jetzt verhält sich $A : \sin 63 \cdot 53 = c : \sin 25 \cdot 57$, also $lA = 0{,}32809$, $a = A \cdot \cos 1 \cdot 10 = 2{,}128$, $k = A \cdot \sin \cdot 1 \cdot 10 = 0{,}0434$; $b = a \cdot tg\, 59 \cdot 24 = 3{,}598$.

Die Basalformel läßt sich leicht verallgemeinern: hätte man vorn eine Fläche c:a, hinten $c : \frac{a'}{\mu}$, so wäre $tg\omega = \frac{(\mu+1) \sin\varphi \cdot \sin\varphi_1}{\sin(\varphi - \varphi_1) - (\mu-1) \sin\varphi_1 \cos\varphi}$.

Das eingliedrige System kommt selten vor, auch scheint es nicht sonderlich praktisch, hier anders als mit trigonometrischen Formeln zu rechnen. Will man jedoch, so rechnet man am besten mit rechtwinkligen Axen, indem man die Axenzeichen irrational macht, wie ich das in den Beiträgen zur rechnenden Krystallographie pag. 20 auseinandergesetzt habe.

Kurze Darstellung der Systeme.

Das reguläre System.

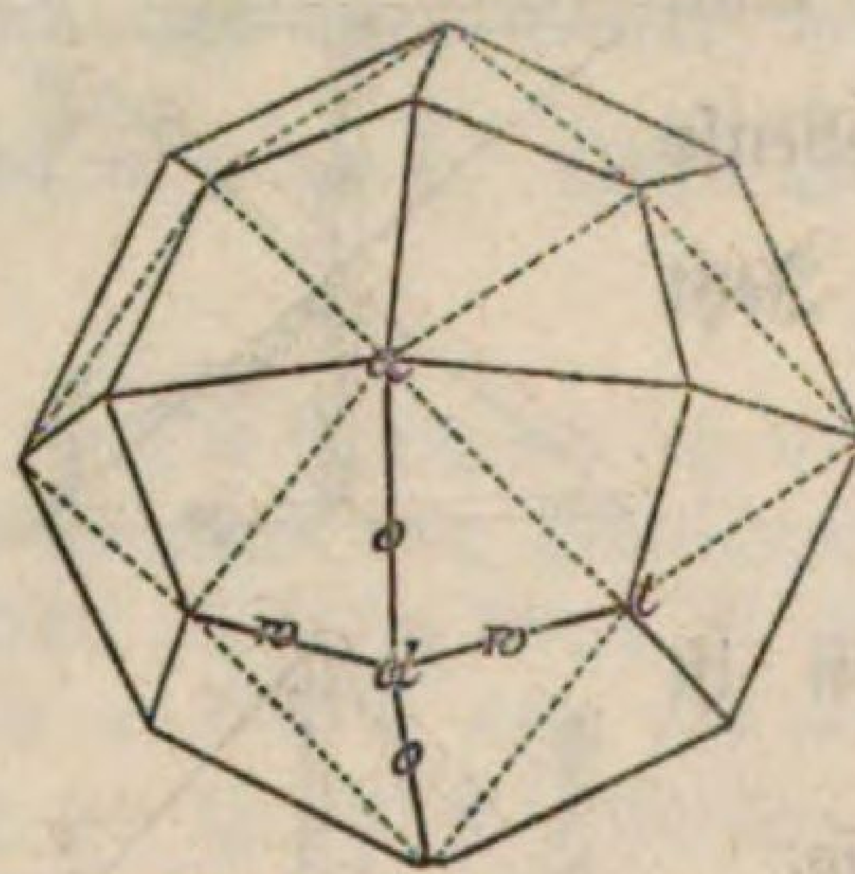
1) Das Oktaeder mit $109^0\,28'\,16''$ in den Kanten und gleichseitigen Dreiecken;

2) den Würfel mit 90^0 in den Kanten und quadratischen Seiten;

3) das Granatoeder mit 120^0 in den Kanten und Rhomben von $109^0\,28'\,16''$ haben wir pag. 37 kennen gelernt. Setzen wir im Würfel die Hauptaxe von Mittelpunkt zu Mittelpunkt der Flächen (= der Kante) = 1, so sind die sechs digonalen Axen zwischen den Mittelpunkten der Kanten $= \sqrt{2}$, und die vier trigonalen $= \sqrt{3}$. Im Oktaeder die Hauptaxen = 1, die digonalen zwischen den Mittelpunkten der Kanten $= \frac{1}{2}\sqrt{2}$, die trigonalen zwischen den Mittelpunkten der Flächen $\frac{1}{3}\sqrt{3}$. Im Granatoeder die Hauptaxen = 1, die digonalen zwischen den Mittel-

punkten der Flächen $= \frac{1}{2}\sqrt{2}$, die trigonalen zwischen den dreikantigen Ecken $= \frac{1}{2}\sqrt{3}$.

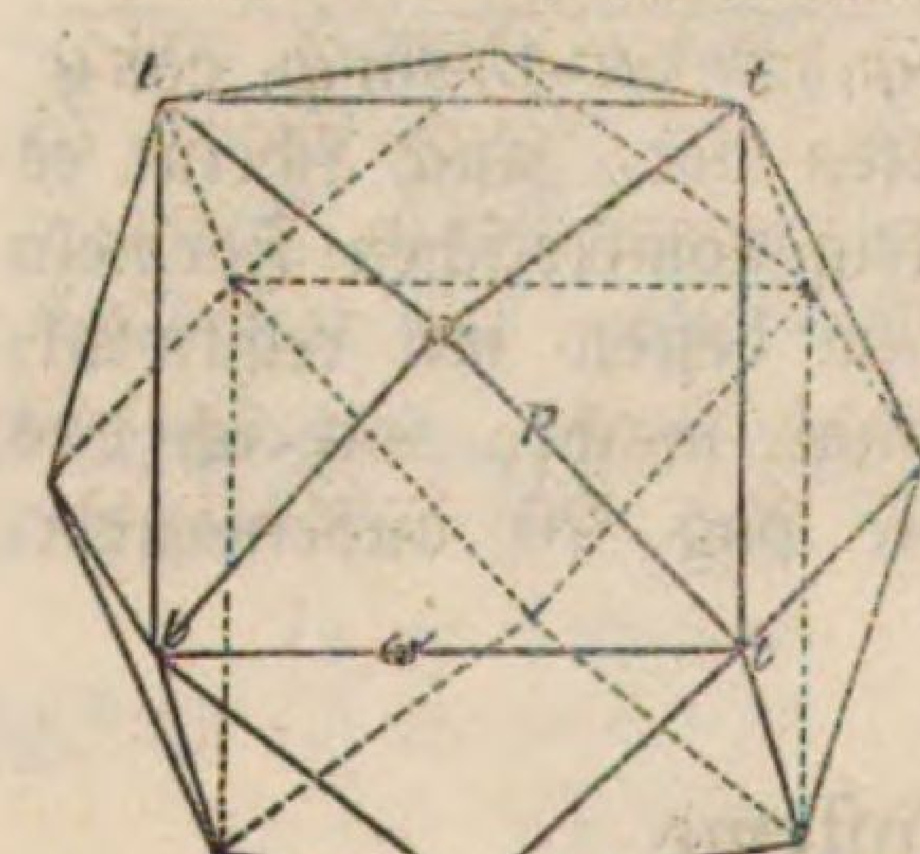
4) Das Leucitoeder (Icositetraeder, Trapezoeder) a : a : ½ a mit



12 Krystallräumen entsteht durch gerade Abstumpfung der Granatoederkanten. Man kann daher ein Granatoeder einschreiben, dessen Kanten den Längsdiagonalen entsprechen. Auf der Projektion pag. 36 entsteht es durch Verbindung der Granatoederkanten (4) mit den Oktaederkanten (6). Die Flächen sind symmetrische Trapezoide (Deltoide), welche durch die Granatoederkante halbirt werden. Die Kanten zweierlei: gebrochene Oktaederkanten o, 131° 48′ 37″, wie die Kanten des eingeschriebenen Oktaeders, und gebrochene Würfelkanten ω, 146° 26′ 34″, wie die Kanten des eingeschriebenen Würfels liegend. Setzt man die Hauptaxen = 1, welche die vierkantigen Ecken verbinden, so sind die die 2+2kantigen Ecken verbindende digonalen $= \frac{2}{3}\sqrt{2}$, und die die dreikantigen Ecken verbindenden trigonalen Axen $= \frac{1}{2}\sqrt{3}$.

Es gibt, wiewohl seltener, auch Leucitoide a : a : ⅓ a, a : a : ¼ a ꝛc., sie haben ganz die typische Form der Leucitoeder, aber andere Dimensionen. Das Leucitoid a : a : ⅓ a kommt sehr ausgezeichnet beim Gold und Silber vor, die gebrochenen Oktaederkanten o 148° 54′, die gebrochenen Würfelkanten ω 129° 31′, letztern Winkel machen auch die in einer Oktaederecke sich gegenüber liegenden Flächen.

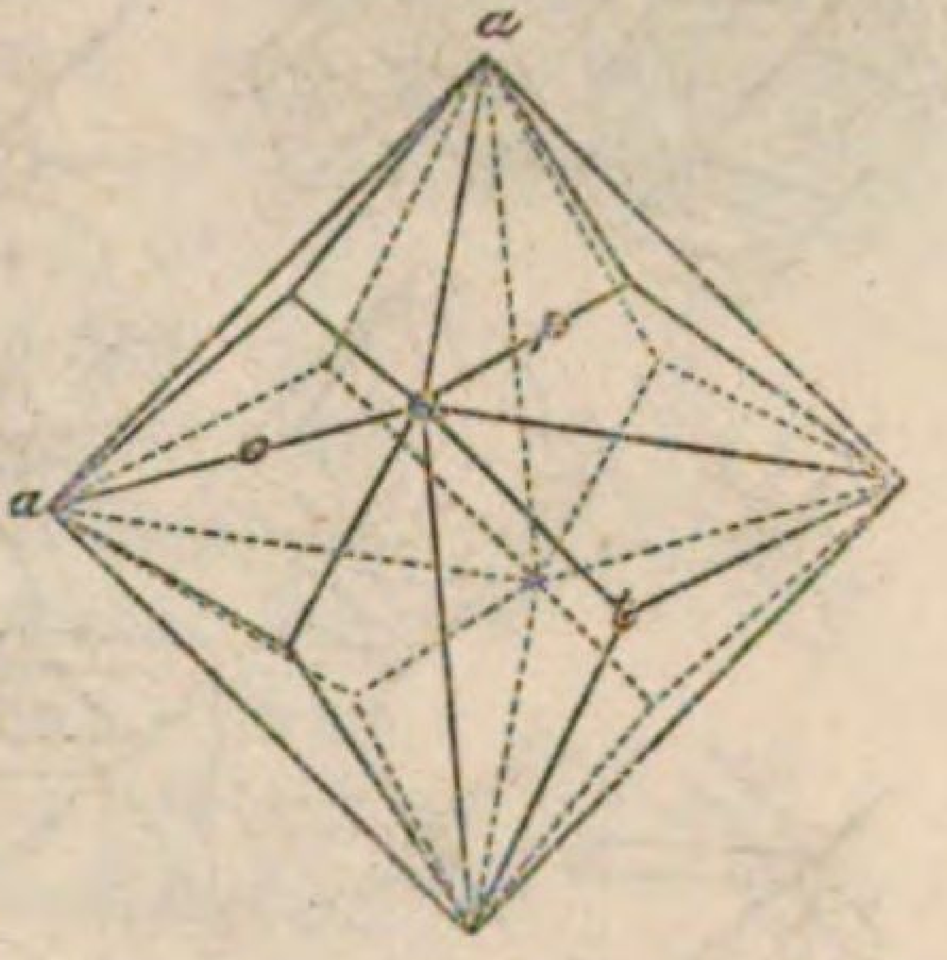
5) Die Pyramidenwürfel (Tetrakisheraeder) mit 12 Krystall-



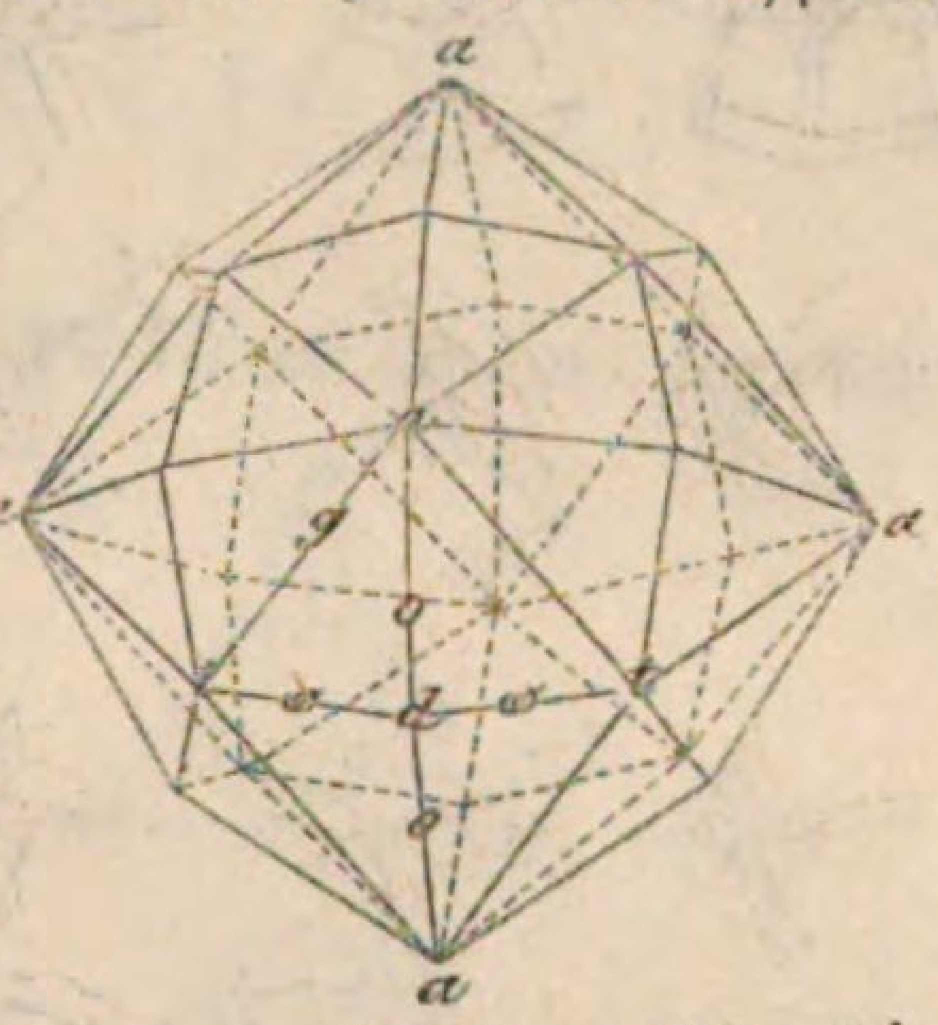
räumen haben einen eingeschriebenen Würfel ttt, auf dessen Flächen sich je eine vierseitige Pyramide mit gleichschenkligen Dreiecken erhebt: daher acht Würfel- ω und 4 · 6 Pyramidenkanten p; ferner acht Würfel- t und 6 vierkantige Pyramidenecken a. Der gewöhnlichste Pyramidenwürfel a : 2a : ∞a hat merkwürdiger Weise lauter gleiche Kantenwinkel von 143° 7′ 48″, die Würfelecken t bilden also eine diheraedrische Ecke, und man kann ihn als drei Diheraeder ansehen, die sich durchwachsen haben. Setzen wir die die Pyramidenecken verbindende Hauptaxe = 1, so ist die die Mittelpunkte der Würfelkanten verbindende digonale Axe $= \frac{2}{3}\sqrt{2}$, die die Würfelecken verbindende trigonale Axe $= \frac{2}{3}\sqrt{3}$. Da die Hauptaxe die vierkantigen Endecken der Pyramiden miteinander verbindet, so beträgt die Höhe einer jeden Pyramide ⅙. Der Pyramidenwürfel entsteht durch Zuschärfung der Würfelkanten. Der von a : 2a : ∞a findet sich selbstständig beim Kupfer und Golde. Außerdem kommen noch vor mit ³⁄₂a, ⁵⁄₂a, 3a, 5a.

6) Die Pyramidenoktaeder (Triakisoktaeder) mit 12 Krystallräumen haben ein eingeschriebenes Oktaeder aaa, auf dessen Flächen sich je eine dreiseitige Pyramide mit gleichschenkligen Dreiecken erhebt, daher 12 Oktaeder- o und 3 · 8 Pyramidenkanten p; ferner sechs 4+4kantige

Oktaederecken a und acht dreikantige Pyramidenecken t. Man führt dreierlei an: a : a : $\frac{3}{2}$ a, zu 2a und zu 3a, sie kommen aber kaum anders als untergeordnet vor, indem sie die Oktaederkanten zuschärfen. Nehmen wir den mittlern a : a : 2a als Musterform, so hat die Oktaederkante 141° 3′ und die Pyramidenkante 152° 44′. Setzen wir an ihr die die 4+4kantigen Oktaederecken verbindende Hauptaxe a = 1, so ist die die Mittelpunkte der Oktaederkante o verbindende digonale Axe = $\sqrt{2}$, und die die Pyramidenecken t verbindende trigonale Axe = $\frac{2}{5}\sqrt{3}$. Da die trigonale Axe des Oktaeder = $\frac{1}{3}\sqrt{3}$ ist, so beträgt die Höhe der Pyramiden $\frac{1}{15}\sqrt{3}$.

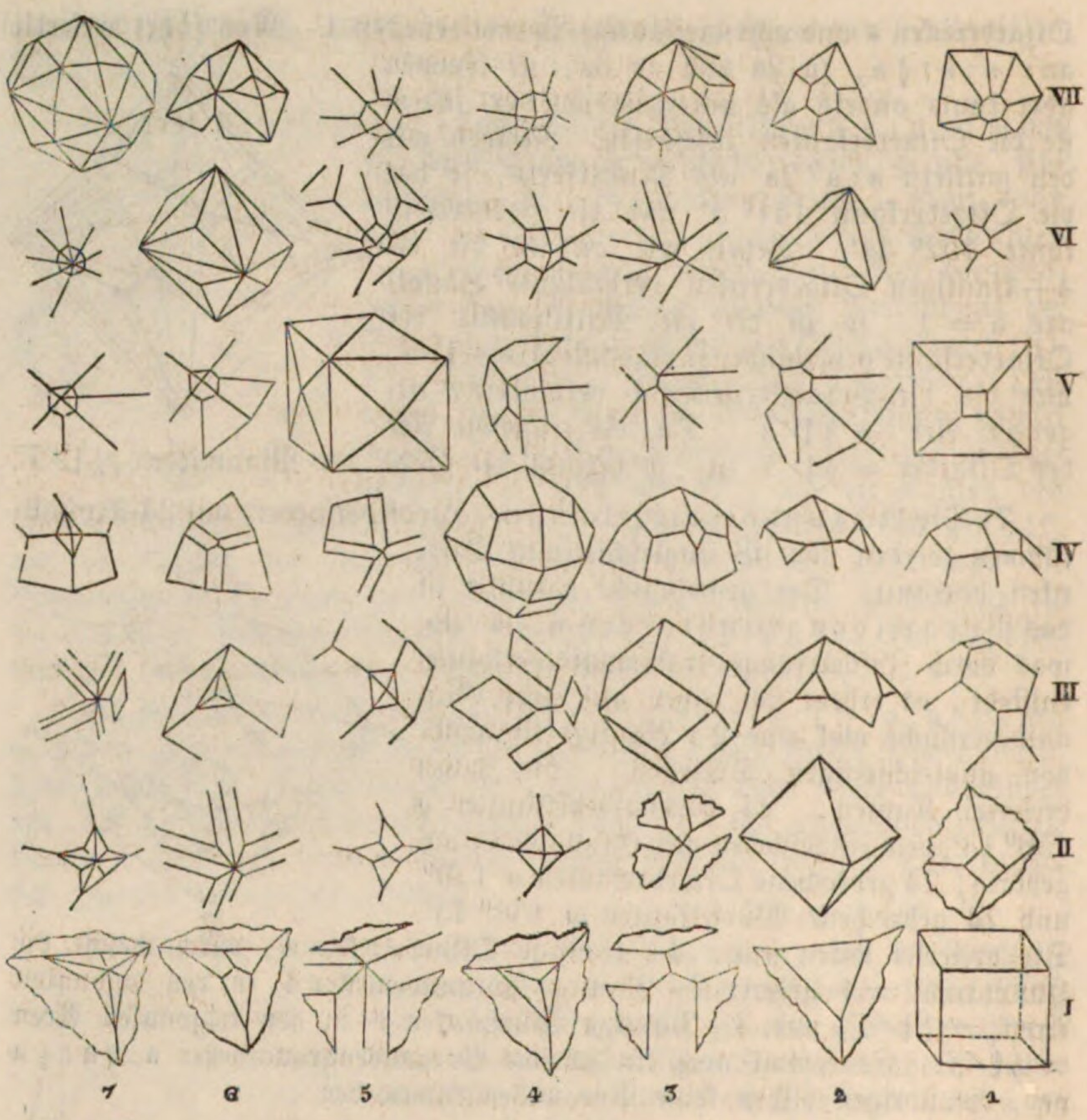


7) Die Achtundvierzigflächner (Herakisoktaeder) mit 24 Krystallräumen werden von 48 ungleichseitigen Dreiecken begränzt. Der gewöhnliche darunter ist das Pyramidengranatoeder a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a, was durch Zuschärfung der Granatoederkanten entsteht, es erhebt sich daher auf jeder Granatoederfläche atat eine 2+2kantige Pyramide von ungleichseitigen Dreiecken. Sie haben dreierlei Kanten: 24 Granatoederkanten g 158° 13′, dem eingeschriebenen Granatoeder angehörig; 24 gebrochene Oktaederkanten o 149°, und 24 gebrochene Würfelkanten ω 158° 13′. Die dreierlei Ecken sind: 4+4kantige Oktaederecken a, durch welche die Hauptaxen = 1 gehen; 2+2kantige Pyramidenecken d, in den digonalen Axen = $\frac{3}{5}\sqrt{2}$, und 3+3kantige Würfelecken t in den trigonalen Axen = $\frac{1}{2}\sqrt{3}$. Es kommt noch ein zweites Pyramidengranatoeder a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$a vor, die übrigen bilden keine Pyramidengranatoeder.



Die 48-Flächner mit dreierlei Ecken und dreierlei Kanten bilden die größtmögliche Zahl von gleichen Flächen. Nennen wir die Hauptaxen a, die digonalen d, und die trigonalen t, so liegen die 4+4kantigen Ecken in den Endpunkten von a, die 2+2kantigen von d und die 3+3kantigen von t. Die Granatoederkanten gehen von a nach t, die gebrochenen Oktaederkanten von a nach d, und die gebrochenen Würfelkanten von d nach t. Beim Pyramidenoktaeder fehlen die gebrochenen Würfelkanten dt und folglich die Ecken in d; beim Pyramidenwürfel fehlen die gebrochenen Oktaederkanten ad und folglich auch die Ecken in d; beim Leucitoeder fehlen die Granatoederkanten at, aber alle drei Ecken bleiben. Beim Granatoeder fehlen die gebrochenen Würfel- und Oktaederkanten ad und dt, folglich die Ecken in d; beim Oktaeder fehlen die gebrochenen Würfelkanten und Granatoederkanten, folglich die Ecken in d und t; beim Würfel endlich fehlen die gebrochenen Oktaederkanten und Granatoederkanten, folglich die Ecken in a und d. Ein anderer Fall ist nicht möglich.

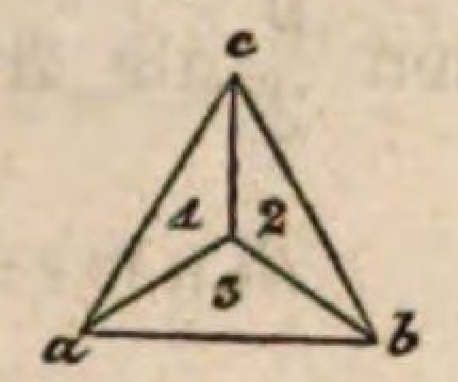
Die sieben Körper treten nun öfter an einander untergeordnet auf. Das läßt sich am leichtesten in nachstehendem Schema von 7 • 7 = 49 Figuren übersehen, worin die sieben Körper die Diagonale bilden.



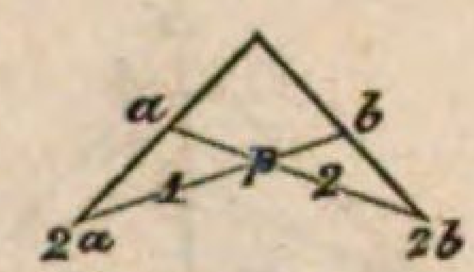
Gehen wir die untere Horizontalreihe I durch, so beginnt sie mit dem Würfel I • 1; dann kommt I • 2 Würfel mit Oktaeder, das die Ecken wie 1 : 1 : 1 abstumpft; dann I • 3 Würfel mit Granatoeder, was die Kanten wie 1 : 1 gerade abstumpft; dann I • 4 Würfel mit Leucitoeder, welches die Ecken wie 2 : 2 : 1 dreiflächig zuschärft, und zwar Fläche auf Fläche aufgesetzt; I • 5 Würfel mit Pyramidenwürfel, welcher die Kanten im Verhältniß 1 : 2 zweiflächig zuschärft; I • 6 Würfel mit Pyramidenoktaeder, welches die Ecken dreiflächig im Verhältniß 2 : 1 : 1 zuschärft, daher Fläche auf Kante aufgesetzt; endlich I • 7 Würfel mit Pyramidengranatoeder, welches die Ecken im Verhältniß 1 : $\frac{3}{2}$: 3 sechsflächig zuschärft.

Nr. II • 1 ist Oktaeder mit Würfel, welcher die Oktaederecken wie 1 : 1 : 1 gerade abstumpft; II • 2 ist das Oktaeder selbst; II • 3 Oktaeder mit Granatoeder, welches die Kanten wie 1 : 1 : ∞ gerade abstumpft ꝛc. In der Reihe III herrscht das Granatoeder, in IV das Leucitoeder, in V der Pyramidenwürfel, in VI das Pyramidenoktaeder, in VII das Pyramidengranatoeder. Außerdem kommt jeder Körper noch untergeordnet in einer der Vertikalreihen vor, in der er selbst liegt. Den Mittelpunkt nimmt das Leucitoeder IV • 4 ein, einzig unter allen dastehend.

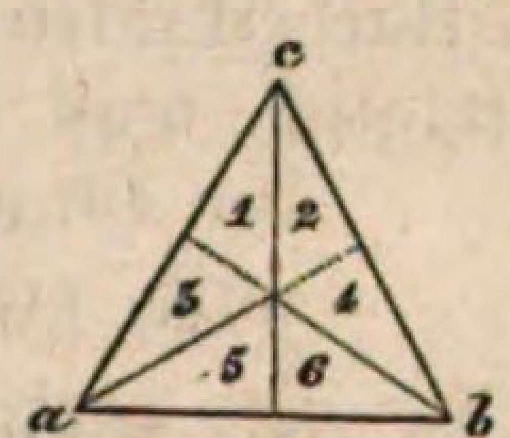
Wenn zwei Körper sich miteinander verbinden, so müssen ihre dreierlei Axen zusammenfallen, weitere Einsicht zu bekommen, muß man projiciren. Suchen wir VI • 4, wie das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a am Pyramidenoktaeder a : a : 2a auftritt. Wegen der Unterscheidung haben wir die drei gleichen Axen mit cba bezeichnet, c ist die aufrechte Axe.



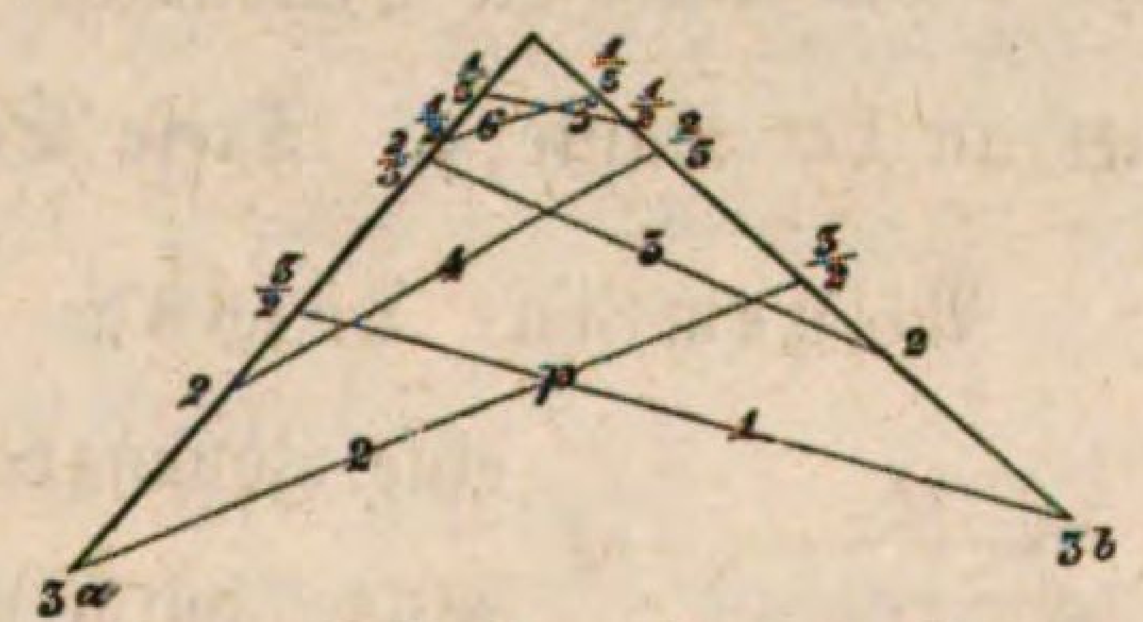
Wir brauchen nur einen Oktanten ins Auge zu fassen: die Fläche 1 = c : a : 2b und 2 = c : b : 2a, beide müssen sich im Kantenzonenpunkte p = $\frac{2}{3}$ schneiden, folglich würde eine Fläche $\frac{4}{3}$a : $\frac{4}{3}$b : c die Kante p gerade abstumpfen. Nun geht aber die Leucitoederfläche von c : 2a : 2b = $\frac{2}{3}$c : $\frac{4}{3}$a : $\frac{4}{3}$b, folglich müssen die Pyramidenkanten des Pyramidenoktaeders vom Leucitoeder unter Kanten geschnitten werden, welche von der Axe t nach a divergiren. In IV • 6 stumpft ein Pyramidenoktaeder die gebrochene Würfelkante des Leucitoeders a : a : $\frac{1}{2}$a ab, die Kante geht von c nach $\frac{1}{2+1} = \frac{1}{3}$, folglich hat das Pyramidenoktaeder c : $\frac{2}{3}$a : $\frac{2}{3}$b = $\frac{3}{2}$a : a : a, wie aus der Projektion sogleich ersichtlich ist.



Projiciren wir das Pyramidengranatoeder VII • 7 = a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a, und unterscheiden wieder die Axen in abc, so ist

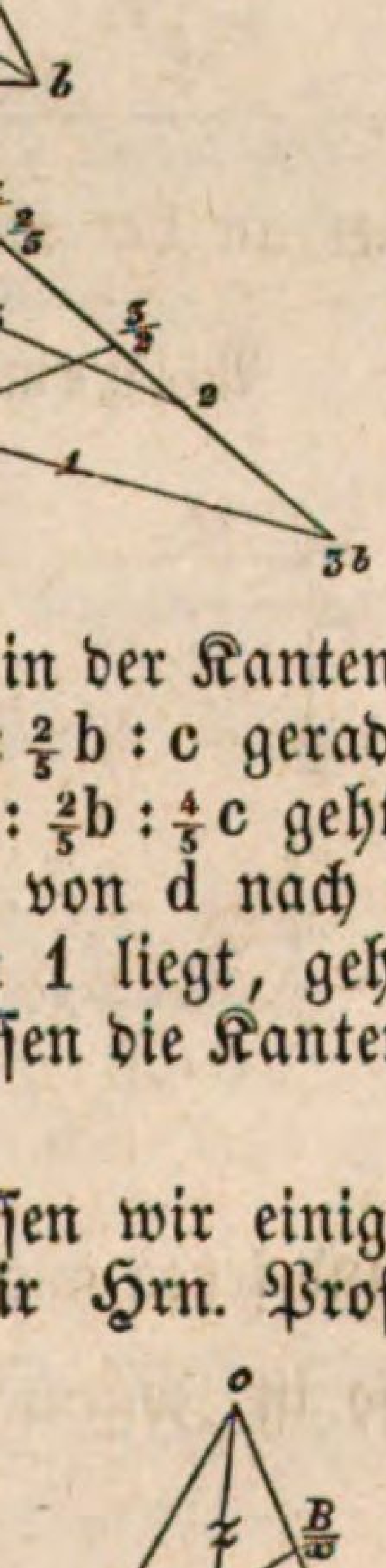


1 = c : $\frac{3}{2}$a : 3b = $\frac{1}{3}$c : $\frac{1}{2}$a : b;
2 = c : $\frac{3}{2}$b : 3a = $\frac{1}{3}$c : a : $\frac{1}{2}$b;
3 = a : $\frac{3}{2}$c : 3b = $\frac{2}{3}$a : c : 2b;
4 = b : $\frac{3}{2}$c : 3a = $\frac{2}{3}$b : c : 2a;
5 = a : $\frac{3}{2}$b : 3c = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c;
6 = b : $\frac{3}{2}$a : 3c = $\frac{1}{3}$b : $\frac{1}{2}$a : c,



woraus sich die darunter stehende Projektion des betreffenden Oktanten sogleich ergibt. Die Granatoederkante p liegt in der Kantenzone 1+1, weil $\frac{2}{3}+\frac{1}{3}=1$ ist, folglich wird sie durch das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a abgestumpft. Die gebrochene Würfelkante 5/6 liegt in der Kantenzone $\frac{1}{5}$, folglich wird sie durch ein Pyramidenoktaeder $\frac{2}{5}$a : $\frac{2}{5}$b : c gerade abgestumpft. Da der gewöhnliche aber von $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{2}$b : c = $\frac{2}{5}$a : $\frac{2}{5}$b : $\frac{4}{5}$c geht, so muß derselbe die Kanten 5/6 unter Linien schneiden, die von d nach t convergiren. VII • 6. Die gebrochene Oktaederkante, worin 1 liegt, geht von c : $\frac{3}{2}$a, der Pyramidenwürfel aber von c : 2a, also müssen die Kanten auch von d nach a convergiren VII • 5.

Um diese Körper aus Holz modelliren zu können, müssen wir einige Sätze vorausschicken. Einen höchst eleganten verdanken wir Hrn. Prof. Weiß über

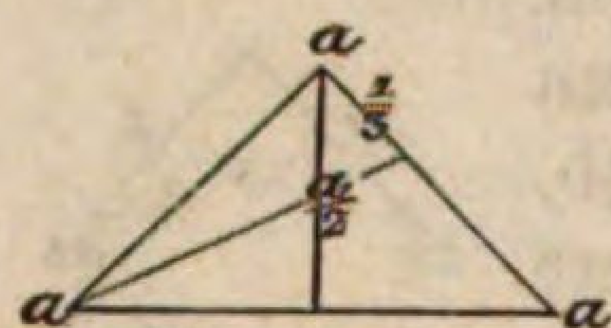


die Theilung des Dreiecks. Haben wir ein beliebiges Dreieck AoB, ziehen vom Anfangspunkte o nach dem Halbirungspunkte der AB in $\frac{p}{2}$ eine Linie, und wird diese von einer beliebigen A : $\frac{B}{x}$ geschnitten, so ist das Stück $y = \frac{x-1}{x+1} \cdot \frac{p}{2}$. Denn die Linie o nach $\frac{p}{2}$ ist die Kantenzone

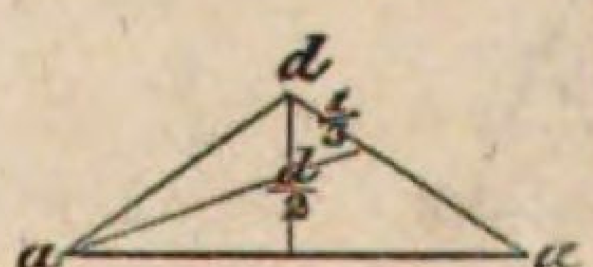
der Axen OA und oB, folglich

$z = \frac{p}{1+x}$, und $y = \frac{p}{2} - \frac{p}{1+x} = \frac{1+x-2}{1+x} \cdot \frac{p}{2} = \frac{x-1}{x+1} \cdot \frac{p}{2}$. Nehmen wir $\frac{p}{2}$ als Axeneinheit, so folgt $y = \frac{x-1}{x+1}$ und $\frac{1}{x} = \frac{1-y}{1+y}$.

Anwendung. Wollen wir an das Oktaeder den Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ schneiden, so machen wir uns den Basalschnitt

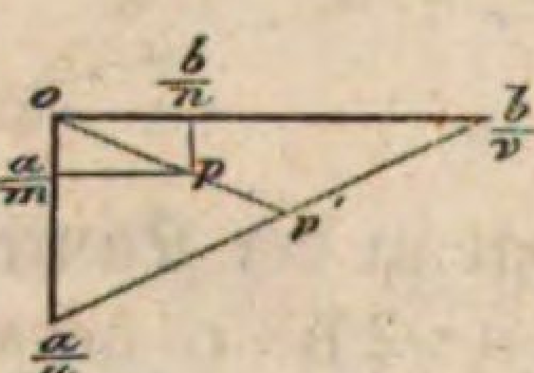


des Oktaeder aaa. Der Pyramidenwürfel geht von $a : \frac{a}{2}$, folglich muß er die gegenüberliegende Kante in $\frac{1}{x} = \frac{1-2}{1+2} = \frac{1}{3}$ schneiden, die vier Oktaederkanten werden also im Verhältniß $1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{3} : \frac{1}{2}$ geschnitten. Für den Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{3}a : \infty a$ ist $\frac{1}{x} = \frac{1-3}{1+3} = \frac{1}{2}$, also schneidet dieser die Kanten im Verhältniß $1 : \frac{1}{3} : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$. Für das Leucitoeder machen wir uns den Aufriß in der Granatoederfläche (Medianebene des Oktaeder senkrecht auf die Kante), die Fläche $a : a : \frac{1}{2}a$ schneidet daher die Oktaederkanten $1 : \frac{1}{3} : \frac{1}{3} : 1$. Das Pyramidenoktaeder geht von $a : a : 2a$, folglich muß es die Kante zuschärfen: wir stellen im Aufriß der Granatoederfläche die digonale Axe d nach oben, so

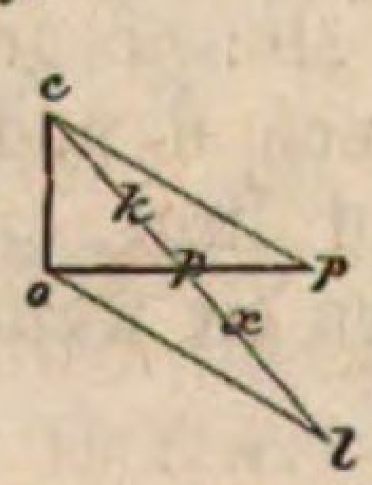


wird die gegenüberliegende Kante wieder in $\frac{1}{3}$, folglich die Seitenkante wie $1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{3} : \infty$ geschnitten, denn $\frac{d}{2}$ bezeichnet an der Kante $\frac{1}{4}$. Diese Sätze sind ebenso einfach wie elegant.

Allgemeine Lösung. Gegeben sei eine Fläche $c : \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$, und



eine Zonenaxe $c : p \left(p = \frac{a}{m} + \frac{b}{n}\right)$. Legt man nun die Fläche durch den Mittelpunkt, so ist das abgeschnittene Stück der Zonenaxe $l = \frac{mnk}{mn - \mu n - m\nu}$, worin k die Länge der Zonenaxe von c bis p bezeichnet. Zum Beweise

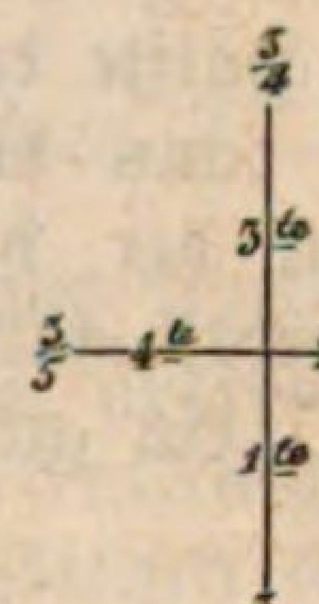


verbindet man p mit dem Mittelpunkte o, und verlängert op bis p_1, so ist $op = p = \sqrt{\frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}$, und setzen wir in der Zonenpunktformel pag. 41 $\mu_1 = \infty m$, und $\nu_1 = -\infty n$, so ist Zonenpunkt $p_1 = \frac{na}{\mu n + \nu m} + \frac{mb}{\mu n + \nu m}$, folglich

$$p_1 o = p_1 = \frac{\sqrt{n^2a^2 + m^2b^2}}{\mu n + \nu m} = \frac{mnp}{\mu n + m\nu}.$$

Machen wir jetzt einen Aufriß durch copp', legen die Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ durch den Mittelpunkt, so muß sie die verlängerte Zonenaxe cp in l schneiden, sobald die Zonenaxe innerhalb der Ebene liegt, welchen Fall wir nur zu betrachten haben. Es verhält sich

$$x : p = k : p_1 - p,\ x = \frac{pk}{p_1 - p};\ cl = l = x + k = \frac{pk}{p_1 - p} + k$$
$$= \frac{p_1 k}{p_1 - p} = \frac{mnp}{\mu n + m\nu} k : \left(\frac{mn}{\mu n + m\nu} - 1\right) p = \frac{mnk}{mn - \mu n - m\nu};$$
$$k = \sqrt{1 + \frac{a^2}{m^2} + \frac{b^2}{n^2}}.$$



B e i s p i e l e. Fragen wir, wie die Fläche $a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a$ die Oktaederkanten schneidet, so betrachten wir die 4 Kanten als Zonenaxen k, die sämmtlich untereinander gleich als Einheit genommen werden, da wir ja nur das Verhältniß des Schnittes finden wollen. Da die Fläche des 48-Flächner im kleinsten a ($\frac{1}{3}$a) zum Schnitt in der Ecke kommt, so müssen wir das Zeichen in $3a : \frac{3}{2}a : a$ umwandeln, also $\mu = \frac{1}{3}$ und $\nu = \frac{2}{3}$ setzen, gibt die Formel $\frac{mnk}{mn - \frac{1}{3}n - \frac{2}{3}m}$. Läge die Fläche im vordern rechten Quadranten, so wäre für die erste Kante $m = 1$, $n = \infty$, gibt $\frac{3}{2}k$; für die 3te $n = \infty$, $m = -1$ gibt $\frac{3}{4}k$; für die 2te $n = 1$, $m = \infty$ gibt 3k; $n = -1$, $m = \infty$ gibt $\frac{3}{5}k$, also werden die Kanten der Reihe nach geschnitten $\frac{3}{2} : 3 : \frac{3}{4} : \frac{3}{5} = \frac{1}{2} : 1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{5}$.

Um die Lage des Schnittes zu ermitteln, können wir nach pag. 45 zuvor die Ausdrücke in den dreierlei Axen adt suchen. So hat z. B. das Leucitoeder $a : 2a : 2a$ in seinem Oktanten $a : \frac{2}{3}d : \frac{1}{2}t$, und der 48-Flächner $a : 3a : \frac{3}{2}a$ bekommt $a : \frac{3}{5}d : \frac{1}{2}t$, also haben beide die Granatoederkante $a : \frac{1}{2}t$ gemein, und da $\frac{3}{5}d$ kleiner ist als $\frac{2}{3}d$, so muß der 48-Flächner die 2+2kantige Ecke des Leucitoeders 4flächig zuschärfen. Die Pyramide des 48-Flächner erhebt sich auf der eingeschriebenen Granatoederfläche $\frac{3}{5} - \frac{1}{2} = \frac{1}{10}$, das Leucitoeder $\frac{2}{3} - \frac{1}{2} = \frac{1}{6}$. Nehmen wir die Pyramidenhöhe $\frac{1}{6}$ als Einheit, so hat der 48-Flächner $\frac{3}{5}$, folglich nach dem Satze der Theilung des Dreiecks $\frac{5-3}{5+3} = \frac{1}{4}$, also werden die Kanten über dem eingeschriebenen Granatoeder im Leucitoeder wie $1 : 1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{4}$ geschnitten.

Nach diesen Vorbereitungen wird es leicht, die Körper zu machen. Der P y r a m i d e n w ü r f e l wird aus dem Würfel verfertigt, indem wir die Kante im Verhältniß von 2 : 1 zuschärfen, wir zeichnen die Linien alle vor, und legen den Schnitt von 2 durch den Mittelpunkt der Würfelfläche, damit die Pyramidenecke dahin falle. Das P y r a m i d e n o k t a e d e r erhalten wir durch Zuschärfung der Oktaederkanten, indem wir die Kante wie $1 : \frac{1}{4} : \frac{1}{3} : \infty$ zuschärfen, den Schnitt von 1 legen wir durch den Mittelpunkt der Oktaederfläche, damit die Pyramidenspitze dort hinein falle. Das P y r a m i d e n g r a n a t o e d e r machen wir aus dem Granatoeder, indem wir die Kanten des Granatoeders in dem Verhältniß von $1 : \frac{1}{2} : \infty$ zuschärfen, den Schnitt 1 legen wir durch den Mittelpunkt der Granatoederfläche, damit die Pyramidenspitze dorthin falle. Das L e u c i t o e d e r kann man durch gerade Abstumpfung der Granatoederkanten erhalten, indem man die Abstumpfungsflächen durch den Mittelpunkt zweier anliegenden Granatoederflächen legt. Am leichtesten und mit dem geringsten Holzaufwande macht man es aus der regulären sechsseitigen Säule. Man

zeichnet darin die Deltoide nach ihrem diagonalen Verhältniß ein, dann hat man zu beiden Seiten die nothwendigen Punkte für den 3+3-Kantner, woran dann oben das Endrhomboeder abgemessen werden kann.

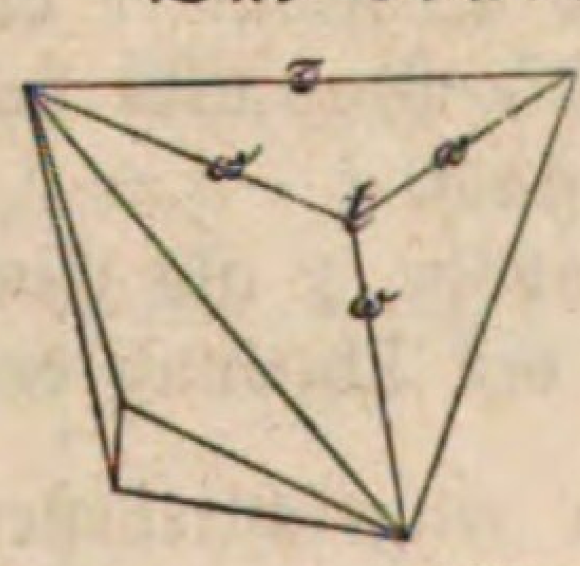
Hemiedrie.

Darunter versteht man ein hälftiges Auftreten von Flächen, und zwar nach folgendem einfachen Gesetz: schreibe auf eine Fläche 0 und auf die anliegenden 1, auf die anliegenden von 1 wieder 0 rc., so wird die eine Hälfte der Flächen mit 0, die andere mit 1 beschrieben sein, läßt man dann die 0 verschwinden und die 1 wachsen, oder umgekehrt, so kommt der hälftflächige Körper. Würfel und Granatoeder sind keiner Hemiedrie fähig, wie man aus dem Einschreiben von 0 und 1 leicht ersieht. Es gibt dreierlei Hemiedrieen:

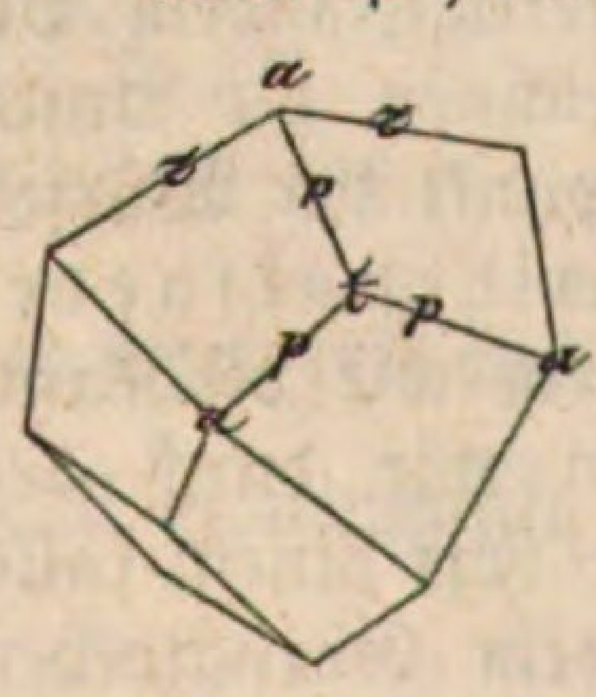
tetraedrische, pyritoedrische, gyroedrische.

1) Tetraedrische. Die Flächen gehen einander nicht parallel (geneigtflächige Hemiedrie). Das Tetraeder entsteht aus dem Oktaeder pag. 21, und zwar aus jedem zwei: eines den 1111, das andere (Gegentetraeder) den 0000 angehörig. Man kann es in den Würfel schreiben, weil seine Kanten mit den Diagonalen der Würfelflächen zusammenfallen. Der Würfel stumpft daher die 6 Tetraederkanten ab, das Gegentetraeder die 4 Ecken. Das Granatoeder schärft die Ecken dreiflächig zu, Fläche auf Fläche aufgesetzt, tritt daher wie der Würfel vollflächig auf. Der Pyramidenwürfel schärft die Ecken sechsflächig zu, erscheint daher auch vollflächig.

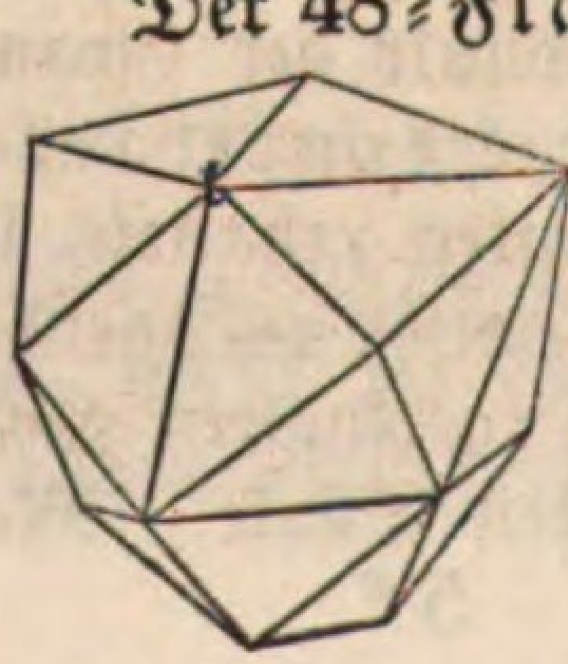
Das Leucitoeder gibt ein Pyramidentetraeder. Zu dem Ende muß man die drei Flächen eines Oktaeder mit 0 beschreiben, die der anliegenden mit 1, daher müssen in der Oktaederecke Tetraederkanten τ entstehen, und über den verschwindenden Oktanten 3+3kantige Ecken. Die Deltoide verwandeln sich also in Dreiecke, deren Endecken t den trigonalen Axen entsprechen, die Würfelkanten ω bleiben. Man verfertigt sich den Körper leicht durch Zuschärfung der Tetraederkanten.



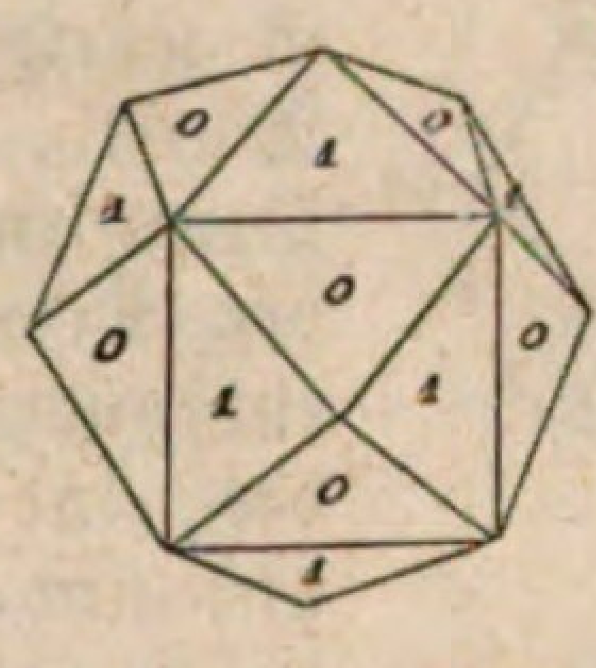
Das Pyramidenoktaeder gibt ein Deltoiddodekaeder (Deltoeder). Läßt man hier die drei Flächen der abwechselnden Oktanten verschwinden, so muß über jedem verschwindenden eine dreikantige Ecke entstehen, in jeder Oktaederecke dagegen entsteht eine gebrochene Tetraederkante τ. Die Flächen müssen also die Tetraederecken dreiflächig zuschärfen, wie das Granatoeder, nur in andern Winkeln. Die Pyramidenkanten p bleiben, die gebrochenen Tetraederkanten τ entstehen.

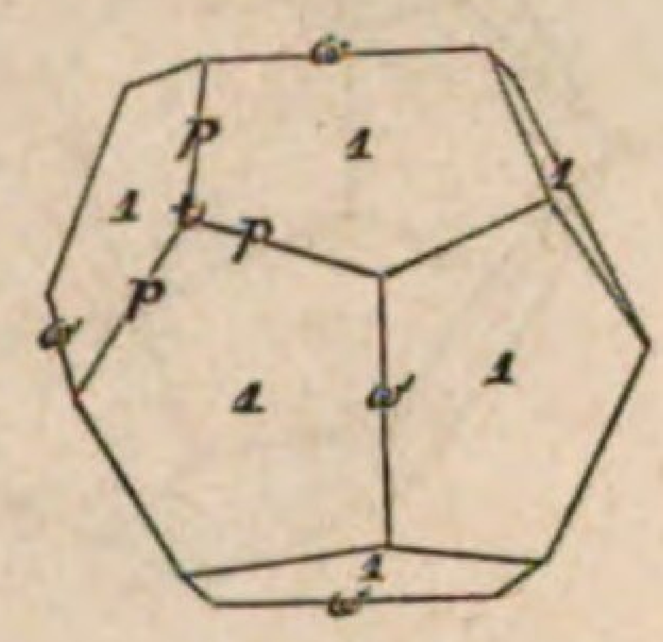


Der 48-Flächner gibt ein gebrochenes Pyramidentetraeder. Da wir die 48-Flächner als gebrochene Leucitoeder oder gebrochene Pyramidenoktaeder ansehen können, so muß bei gleicher Behandlung wie vorhin der allgemeinste Körper dieser Hemiedrie entstehen. Er muß die Tetraederecken 6flächig zuschärfen.

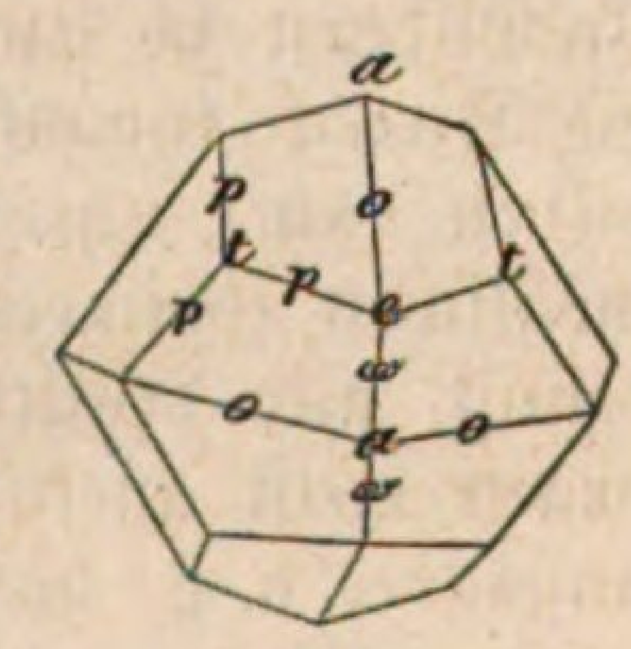


Pyritoedrische Hemiedrie. Die Flächen gehen einander parallel (parallelflächige Hemiedrie). Nur der Pyramidenwürfel und 48-Flächner ist dieser fähig, die 5 übrigen Körper treten daran vollflächig auf.



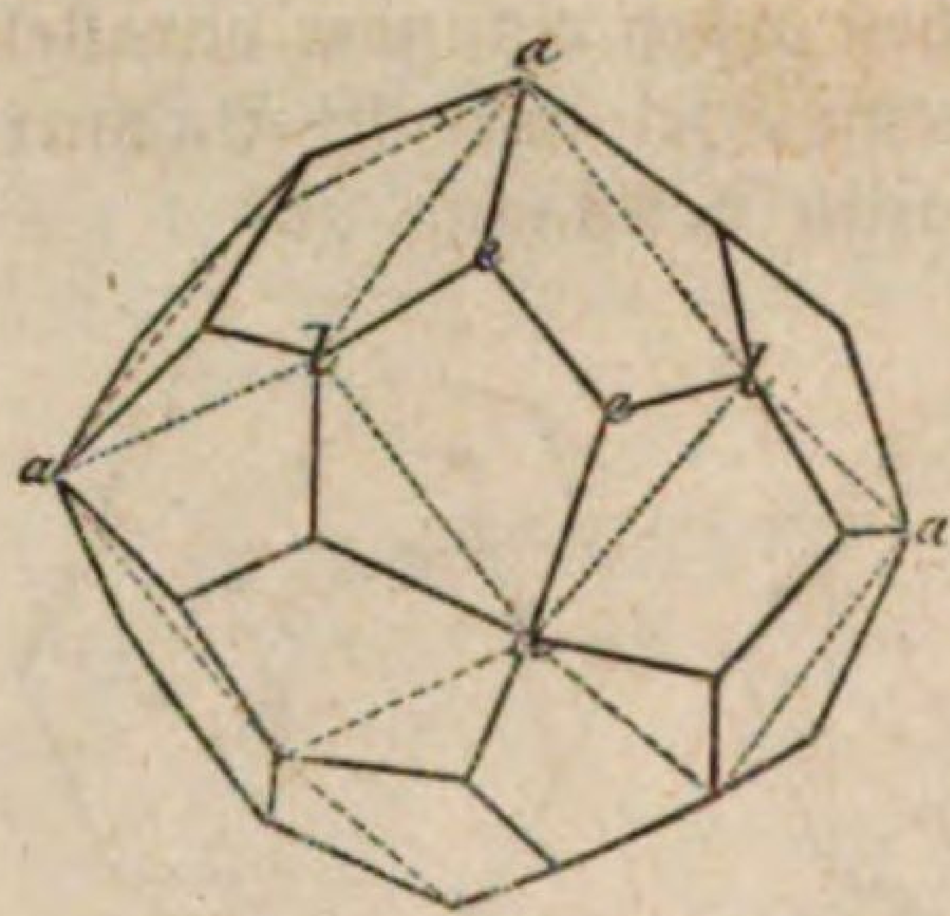


Das **Pyritoeder** (Pentagondodekaeder) entsteht aus dem Pyramidenwürfel. Läßt man die 0 verschwinden, so liegen jeder 1 fünf andere 1 an, die Flächen müssen daher zu symmetrischen Fünfecken werden: symmetrisch, weil eine der fünf sich von den übrigen durch ihre Lage unterscheidet. Man sieht es leicht ein, wenn man in das Pyritoeder den zugehörigen Pyramidenwürfel einschreibt. Man kann überdieß in jedes Pyritoeder einen Würfel einschreiben, was für die Orientirung sehr wichtig ist. Wir sehen daraus, daß der Körper 6 Würfelkanten ω hat, die die Kanten des Daches, das sich über jeder Würfelfläche erhebt, bilden; außerdem zählen wir 3 • 8 Kanten p in den Ecken t des Würfels. Die 8 Würfelecken sind 3kantig, und die 12 Ecken an beiden Enden der Dachkanten 2+1kantig. Jedes Fünfeck ist durch eine Diagonale halbirt, die von der Mitte der Würfelkante (Dachkante) nach der gegenüberliegenden Ecke geht. Man macht es aus dem Würfel, wie beim Pyramidenwürfel, nur muß die Hälfte der Flächen weggelassen werden. Der Würfel stumpft die 6 Dachkanten ab, das Oktaeder die 8 dreikantigen Würfelecken, sie bilden deshalb gleichseitige Dreiecke, und verwandeln durch ihren Schnitt die Pyritoederflächen in gleichschenklige Dreiecke. 12+8 Dreiecke sehen dem Icosaeder der Geometrie ähnlich. Das **Granatoeder** stumpft die zwölf 2+1kantigen Ecken ab. Leucitoeder und Pyramidenoktaeder kommen selten und dann immer vollflächig vor, sie müssen in den dreikantigen Würfelecken auftreten.



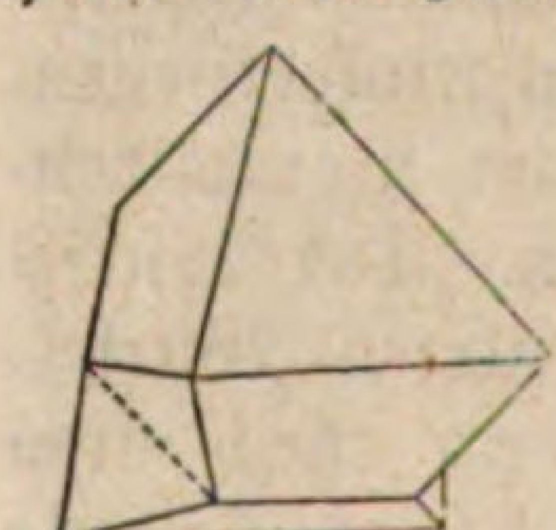
Das **gebrochene Pyritoeder** entsteht aus dem 48-Flächner. Da man diesen als einen gebrochenen Pyramidenwürfel ansehen kann, so muß man auf je zwei Flächen 0 und auf die drei anliegenden Paare 1 rc. schreiben. Der Körper kommt sehr schön selbstständig und untergeordnet beim Schwefelkies vor. Die 8 Würfelecken t bleiben 3kantig, und da diese oft durch das Oktaeder abgestumpft werden, so kann man sich nach dem gleichseitigen Dreieck desselben leicht orientiren. Ueber der Mitte der Würfelflächen entsteht eine 2+2kantige Ecke a, und die übrigen 12 Ecken sind 2+1+1kantig. Sämmtliche Flächen sind 2+1+1kantige Trapezoide, mit der gebrochenen Würfelkante ω, der Pyritoederkante p und der Mediankante o. Das gewöhnliche a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a macht man aus dem Granatoeder, indem man die gebrochene Pyramidenwürfelhälfte wegläßt.

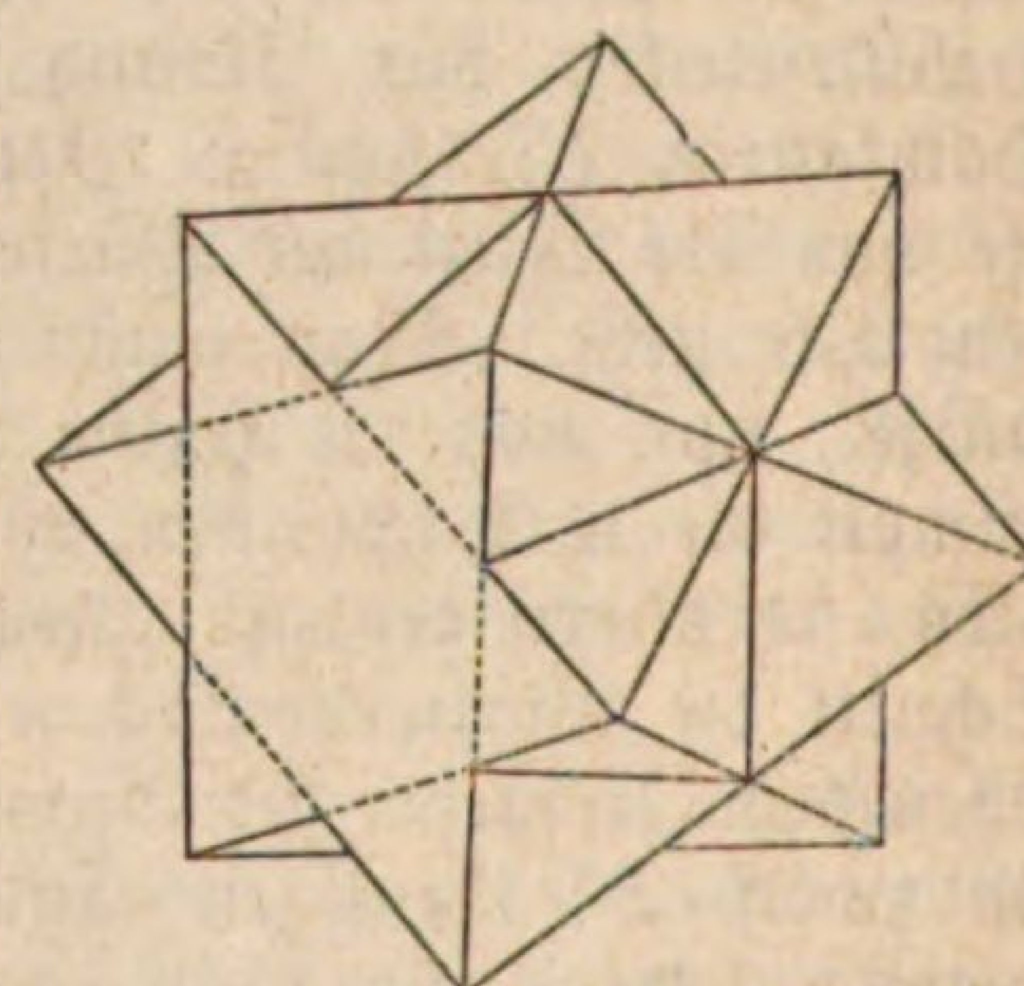
3) **Gedrehte Hemiedrie** (gyroedrische). Sie ist noch nicht bekannt in der Natur. Der 48-Flächner ist nicht blos der beiden genannten Hemiedrieen fähig, sondern auch (unter allen allein) noch dieser: schreibt man nämlich auf ein beliebiges Dreieck 0, und auf die drei anliegenden 1 rc., so werden, wenn wir das gewöhnliche Pyramidengranatoeder nehmen,



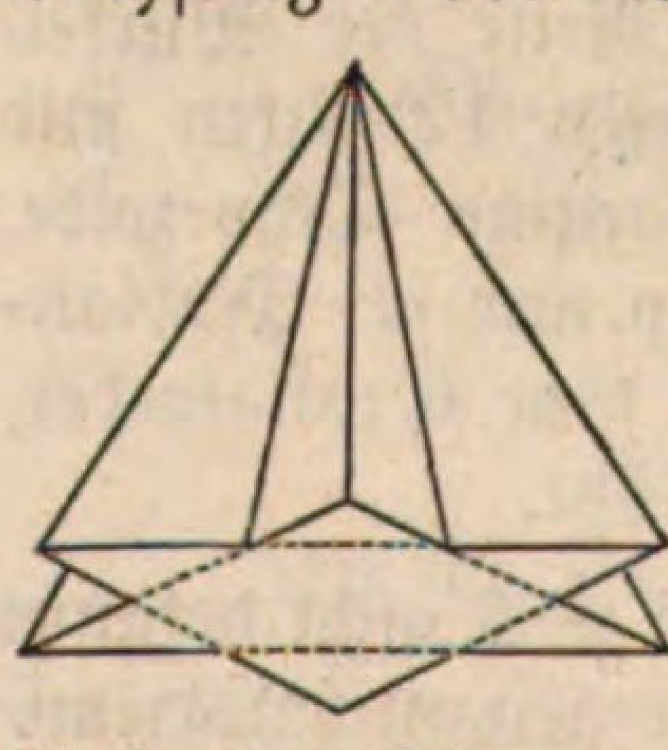
von den 4 Pyramidenflächen auf jeder Fläche des eingeschriebenen Granatoeders zwei in der Ecke einander gegenüberliegende verschwinden und die andern beiden wachsen. Die Hemiedrie ist geneigtflächig. Wie in das Pyritoeder einen Würfel, so kann man hier zur bequemen Orientirung ein Granatoeder einschreiben, wenn der Körper aus dem Pyramidengranatoeder entstanden ist. Die Flächen stehen gegen die des eingeschriebenen Körpers etwas gedreht, und sind unregelmäßige 2+2+1kantige Fünfecke. Von den Ecken sind die 6 Oktaederecken a 4kantig, die 8 Würfelecken t 3kantig, die übrigen 24 e neben den Dachkanten 1+1+1kantig. An dem Körper ist die Drehung interessant, welche bei den vier- und sechsgliedrigen Systemen so schön beobachtet worden ist.

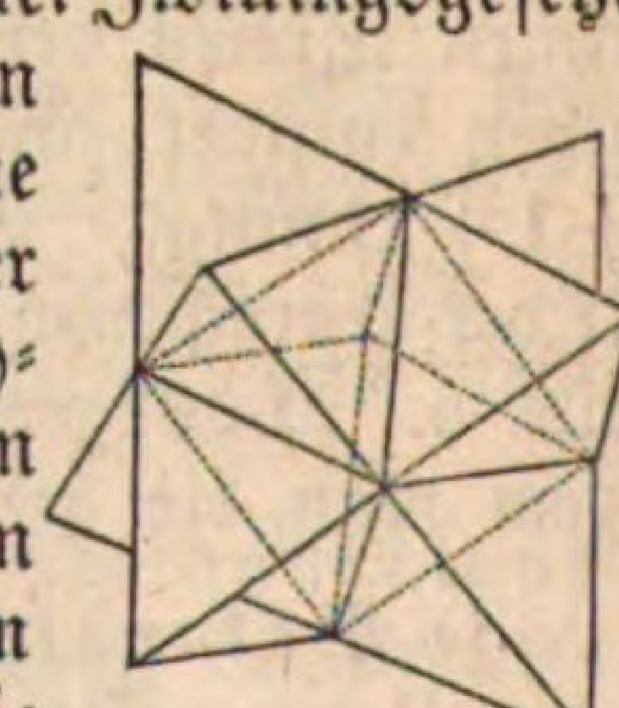
Zwillingsgesetz.





Es kann nur eins geben: zwei Oktaeder haben eine Fläche gemein, und liegen umgekehrt. Halbire ich das Oktaeder parallel einer Fläche, so bildet die Halbirungsfläche ein reguläres Sechseck, verdrehe ich nun die beiden Hälften gegen einander um 60°, so entsteht der Zwilling. Es ist das Folge des Gesetzes. Nehme ich nämlich zwei gleiche Oktaeder, und lege sie mit zwei ihrer Flächen so gegen einander, daß sich die Flächen decken, so finden sich die Individuen in Zwillingsstellung. Drehe ich sie dagegen so weit, daß sich die Dreiecke symmetrisch kreuzen, so liegen die Individuen einander parallel, bilden daher nur ein Ganzes und keine Zwillinge. Da dieß die beiden möglichen symmetrischen Lagen sind, so ist das Wort umgekehrt unzweideutig, und drückt das Wesen besser aus als die Drehung. Die Oktaeder liegen meist aneinander, verkürzen sich aber nach der sogenannten Zwillingsaxe, d. h. nach einer trigonalen Axe t, die senkrecht auf der gemeinsamen Ebene (Zwillingsebene) steht. Zuweilen kommen auch Durchwachsungen vor. Das Tetraeder hat scheinbar zweierlei Zwillingsgesetze:

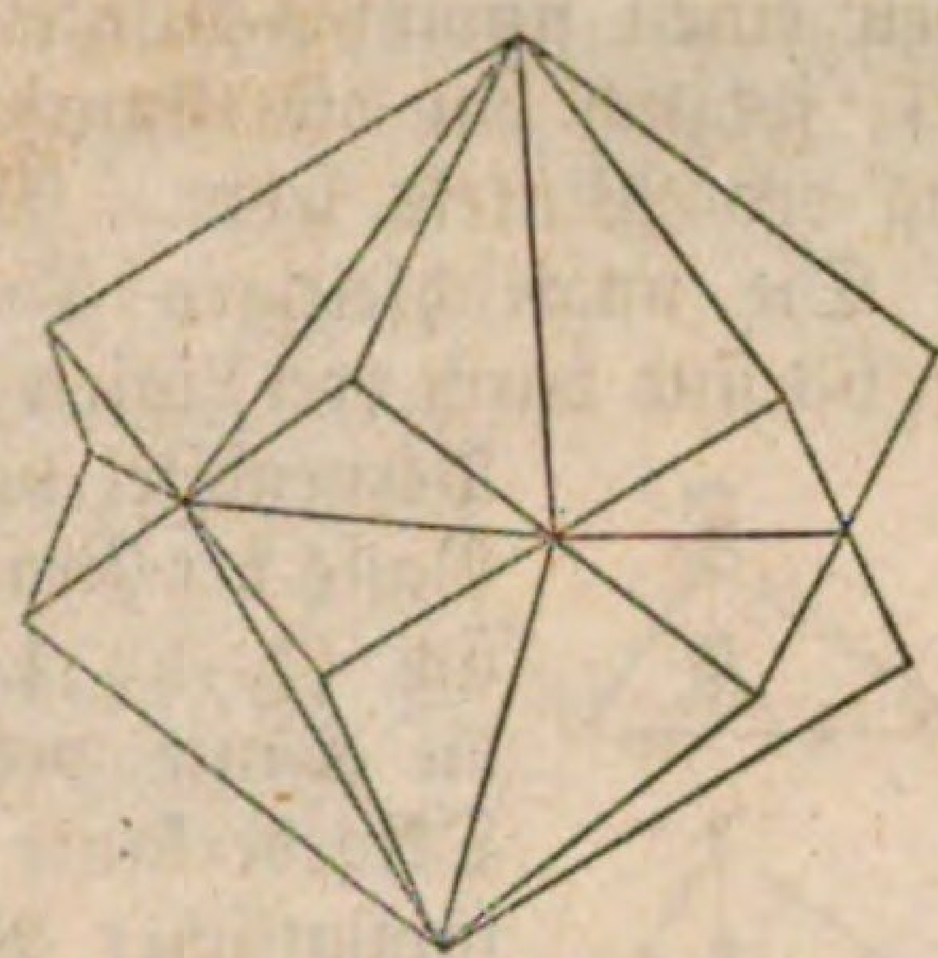




nach dem einen kreuzen sich die Kanten rechtwinklig, und der gemeinsame Kern ist ein Oktaeder. Das ist aber nur die Wiederherstellung des Gleichgewichts (Fig. rechts). Dagegen können sich zwei Tetraeder zu einem wirklichen Zwilling verbinden (Fig. links), indem sie eine Fläche gemein haben, und die übrigen drei sich kreuzen, dann ist das eine um 60° gegen das andere verdreht.

Die Würfel durchwachsen sich gewöhnlich, der gemeinsame Kern ist dann ein Diheraeder, und die Flächen des einen Individuums schneiden

die Ecken des andern im Kantenverhältniß 1 : 1 : 2. Flußspath und Salmiak liefern vorzügliche Beispiele. Man sieht auch hier leicht ein, daß die gemeinsame Fläche die des Oktaeders ist, in welcher sich die Würfel gegen einander um 60° verdreht haben.

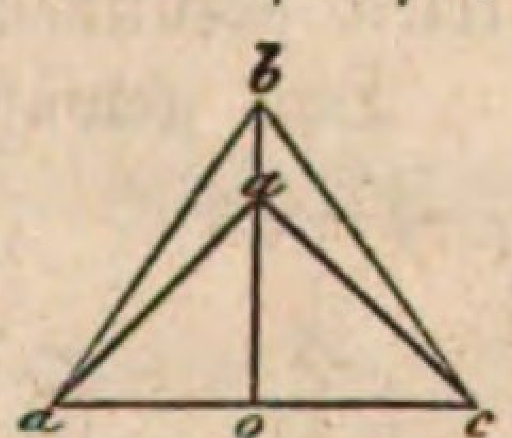


Die Granatoeder durchwachsen sich vorzüglich bei der Blende. Beim Silber tritt ein Leucitoid als Zwilling auf. Oft wiederholen sich Individuen unzählige Mal, so daß die ungeraden Stücke dem einen, und die geraden Stücke dem andern Individuum angehören. Es können sich auch Drillinge, Vierlinge und Fünflinge bilden, in letzterm Falle setzt sich auf jede der 4 Oktaederflächen ein Individuum in Zwillingsstellung. Alles dieß sind aber nur Wiederholungen ein und desselben Gesetzes.

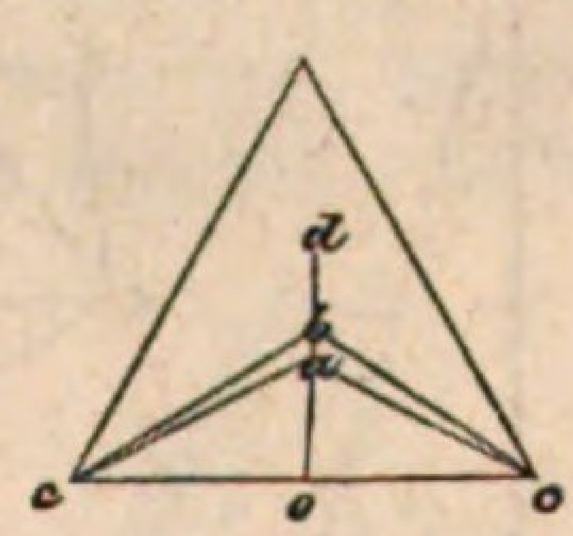
Netze.

Es ist bequem, wenn auch nicht so lehrreich, sich die regulären Körper aus Pappe oder Kartenpapier zu machen. Zu dem Ende muß man sich die Flächen construiren. Das Tetraeder aus 4 und das Oktaeder aus 8 gleichseitigen Dreiecken ergibt sich leicht.

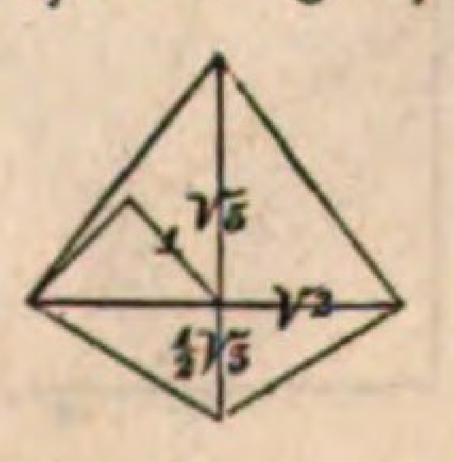
Gleichschenklige Dreiecke hat: der Pyramidenwürfel, der Endspitzenwinkel seiner Flächen liegt zwischen 90° (Würfelfläche) und 70° $31\frac{1}{2}'$ (Granatoederfläche). Construiren wir uns also einen rechten Winkel sin : cos = 1 : 1 = oa : oa, so ist aa = $\sqrt{2}$, machen wir ob = aa = $\sqrt{2}$, so ist Winkel b = 70° $31\frac{1}{2}'$ der Winkel der Granatoederfläche.



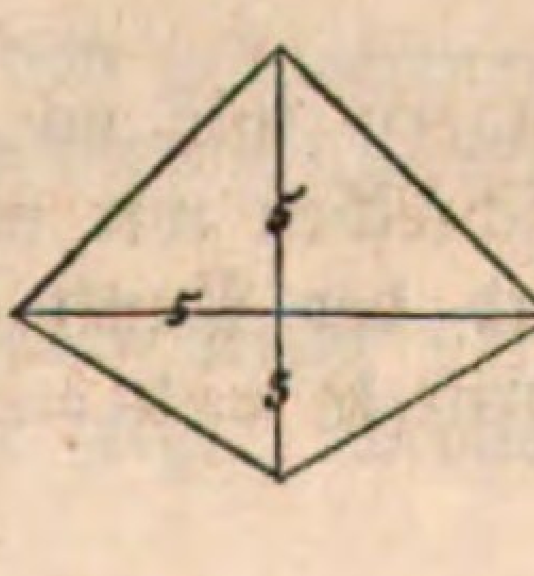
Alle Dreiecke zwischen diesen beiden geben Pyramidenwürfel. Der gewöhnliche a : 2a : ∞a hat Dreiecke, worin die halbe Basis zur Höhe = 2 : $\sqrt{5}$, wie aus der Projektion leicht folgt. Mache ich also ein rechtwinkliges Dreieck, worin die Katheten sich wie 2 : 1 verhalten, so ist die Hypotenuse $\sqrt{5}$. Die Endspitzenwinkel der Pyramidenoktaeder liegen zwischen 120° und 109° $28\frac{1}{2}'$. Ziehe ich in einem gleichseitigen Dreieck nach dem Mittelpunkt a, so hat das Dreieck cac 120, folglich sin : cos = co : ao = 1 : $\sqrt{\frac{1}{3}}$. Die eine Gränze macht man jetzt od = oc, so ist cd = $\sqrt{2}$, trägt man $\frac{bc}{2} = \sqrt{\frac{1}{2}}$ nach ob, so ist cbc die andere



Gränze. Zwischen a und b liegen also die Spitzen sämmtlicher möglichen Dreiecke. Die Kanten der Pyramidenoktaeder a : a : 2a haben das Verhältniß 5 : 3, wie man aus der Projektion leicht abliest. Die Pyramidentetraeder liegen zwischen 120° und 90°, der halbe Endkantenwinkel hat sin : cos = 2$\sqrt{2}$: $\sqrt{3}$, ein leicht zu findendes Verhältniß.

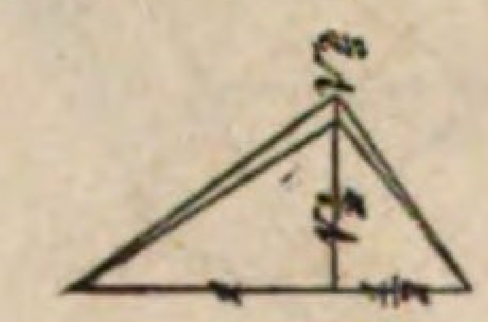


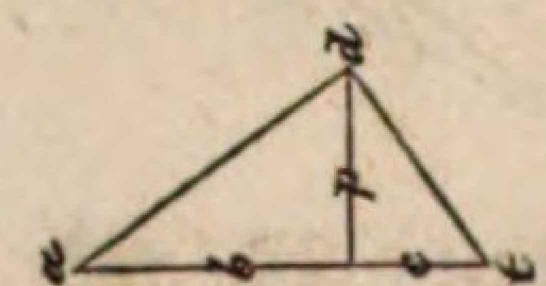
Der Rhombus des Granatoeders hat $\sqrt{2}$: 1. Die Deltoide des Leucitoeders a : a : $\frac{1}{3}$a haben im scharfen Winkel der Oktaederecken $\sqrt{2}$: $\sqrt{3}$, und im stumpfen der Würfelecke $\sqrt{2}$: $\frac{1}{2}\sqrt{3}$, eine leicht zu construirende Größe. Die Flächen des Deltoidtetraeders a : a : 2a



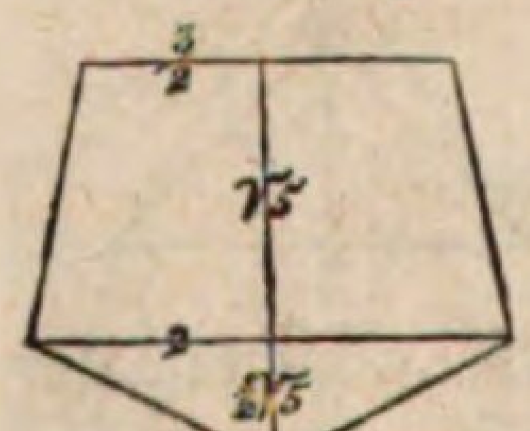
haben einen stumpfen Winkel wie oben 5 : 3, im scharfen Winkel dagegen 5 : 5, folglich hat die 3kantige Tetraederecke rechte Winkel, wie die Rechnung des Winkels lehrt. Ein etwas unerwartetes Verhältniß.

Die ungleichseitigen Dreiecke des Pyramidengranatoeders $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ pag. 63 sind durch drei Linien $b : c : p = 1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{5}\sqrt{14}$ gegeben, worin p das Perpendikel von der 2+2kantigen Pyramidenecke d auf die Basis der Granatoederkante at ist. Denn die Pyramide erhebt sich $(\frac{3}{5} - \frac{1}{2})\sqrt{2} = \frac{1}{10}\sqrt{2}$ über der Granatoederfläche, die Kante des Granatoeders $at = \frac{1}{2}\sqrt{3}$, die gebrochene Oktaederkante $ad = \frac{1}{5}\sqrt{13}$. Uebrigens liegen die Dreiecke sämmtlicher Pyramidengranatoeder zwischen den Dreiecken der Granatoederfläche von der Höhe $\sqrt{\frac{1}{2}}$, und der Leucitoederfläche von der Höhe $\sqrt{\frac{2}{3}}$. Da nun beide bekannt sind, so darf man nur ein beliebiges Zwischenstück wählen, um ein Pyramidengranatoeder zu bekommen, da ein jedes für die Anschauung genügt. Wenn die Zahlen für die Construktion etwas unbequem werden, wie beim gebrochenen Pyramidentetraeder $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, so darf ich in diesem Falle nur das Dreieck des zugehörigen 48-Flächners hinzeichnen, die gebrochene Würfelkante daran verlängern, und den Winkel an der gebrochenen Oktaederkante suchen, er ist $tg = \sqrt{6{,}6666} = 68^0\ 50'$. Trage ich diesen mit dem Transporteur an das andere Ende der Granatoederkante an, so ist das Dreieck gefunden.

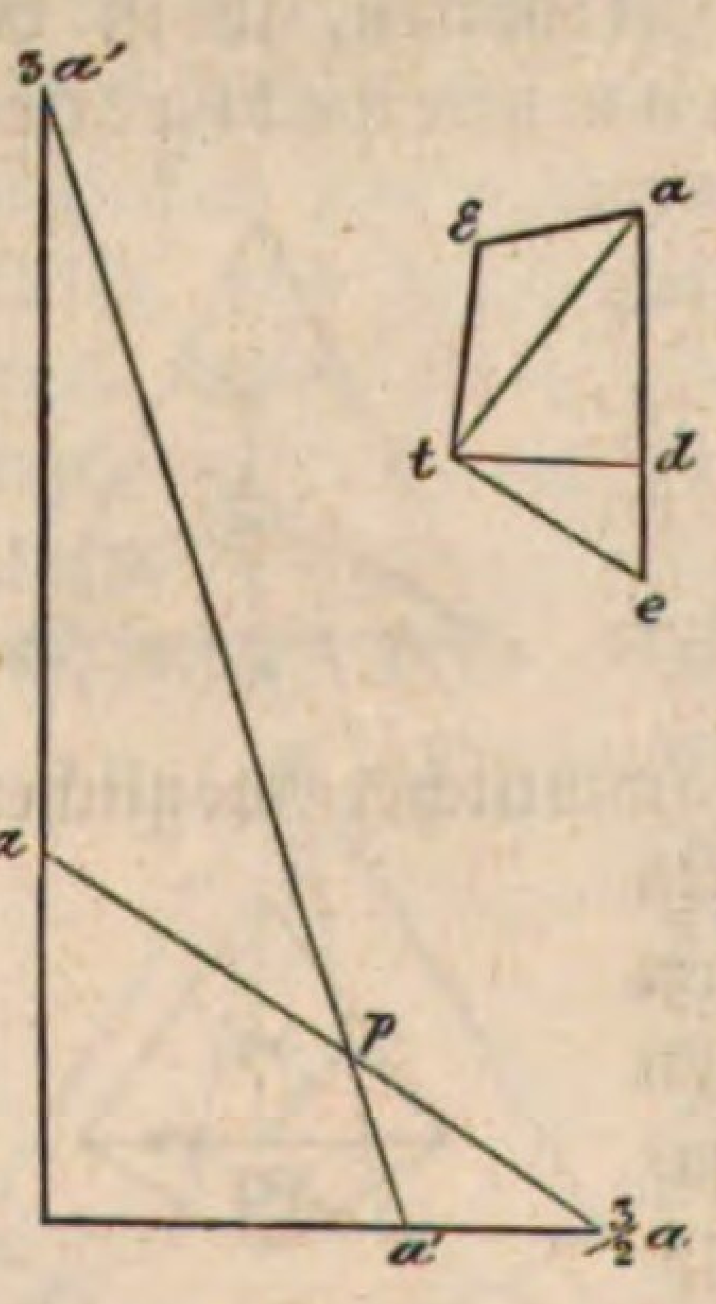




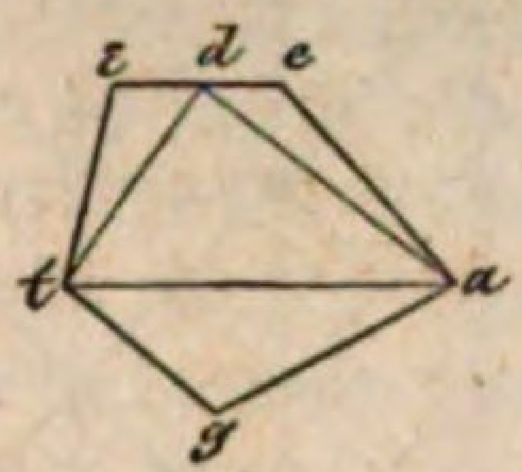
Das gewöhnliche Pyritoeder $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ hat beistehende Diagonalen. $2 : \sqrt{5}$ sind bereits durch den zugehörigen Pyramidenwürfel bestimmt, die übrigen Linien finde ich leicht, indem ich nur einen Aufriß durch 4 Pyramidenecken lege.



Die Fläche des gebrochenen Pyritoeder pag. 69 $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}$ entwickeln wir aus dem Dreieck des gleichnamigen 48-Flächners, was wir kennen, wir brauchen dann außer der gebrochenen Würfelkante ω nur die Mediankante o des gebrochenen Pentagons zu kennen, welche durch Verlängerung der gebrochenen Oktaederkante der 48-Flächner $= \frac{1}{5}\sqrt{13}$ entsteht. Machen wir uns den Aufriß in der Würfelfläche, so geht die Mediankante o von $a : \frac{3}{2}a$, ihr kommt von unten die Kante $\omega = a' : 3a'$ entgegen, daraus ergibt sich der Zonenpunkt $p = \frac{3}{7}a + \frac{6}{7}a$, da Kante $a\,\frac{3}{2}a = \frac{1}{2}\sqrt{13}$ ist, so muß $ap : \frac{1}{2}\sqrt{13} = \frac{6}{7} : \frac{3}{2}$, $ap = \frac{2}{7}\sqrt{13}$ sein. Ebenso leicht findet man die gebrochene Würfelkante $a'p = \frac{1}{7}\sqrt{10}$. Verzeichnen wir uns also das Dreieck adt des 48-Flächners, so ist die Kante $ad = \frac{1}{5}\sqrt{13}$, der Punkt t in der Würfelecke bleibt, folglich verlängern wir ad über d um das Stück $(\frac{2}{7} - \frac{1}{5})\sqrt{13} = \frac{3}{35}\sqrt{13}$ hinaus, beschreiben wir nun mit $ae = a'p$ um e und mit te um t Kreisbögen, so wird der Punkt ε bestimmt, und das 2+1+1kantige Trapezoid $a e t \varepsilon$, worin $te = t\varepsilon = p$ ist gefunden.



Die 2+2+1 kantigen Fünfecke des Gyroeder $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ knüpfen wir ebenfalls an das Dreieck des zugehörigen 48-Flächner. Die Dachkante verhält sich zur Granatoederkante wie 2 : 5, denn die Flächen der Dachkante gehen nach $\frac{3}{5}$ d, und die quer gegen die Dachkante liegenden nach $\frac{3}{4}$ d, woraus das Verhältniß folgt. Zeichne nun das Dreieck adt, lege durch d die Dachkante eε = $\frac{2}{5}$ at und zwar so, daß sie in d halbirt wird. Beschreibe dann mit ae um a und tε um t Kreisbogen, so ist ateεg das gesuchte Fünfeck.

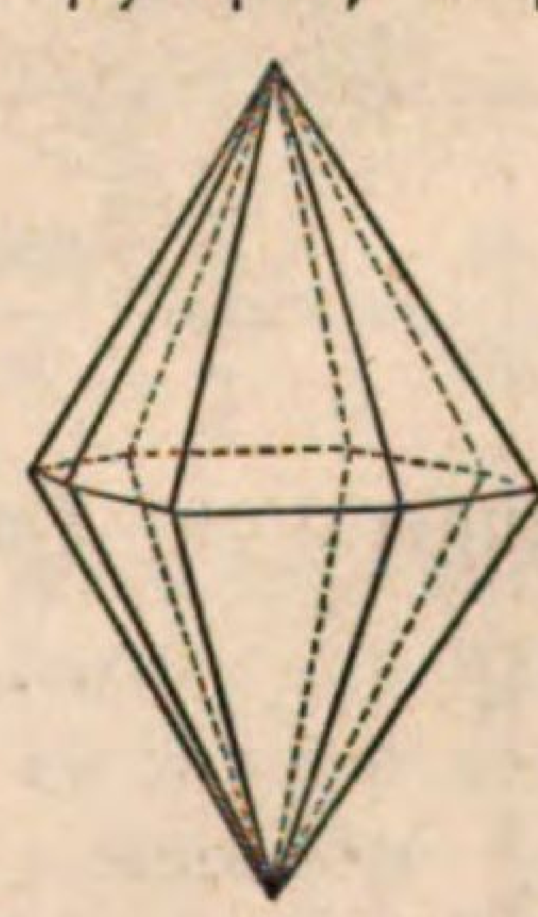


Fortschritt zu den folgenden Systemen. 1) Die Körper des regulären Systems haben nach ihren Hauptaxen eine dreifache Stellung; 2) stellen wir jetzt das Oktaeder nach Einer Axe aufrecht, d. h. legen wir es auf die Würfelfläche, so haben wir die 4gliedrige Ordnung; auf die Oktaederfläche gelegt kommt die 3gliedrige Ordnung; 4) auf die Granatoederfläche gelegt zeigt sich zweigliedrige Ordnung; 5) auf Leucitoeder-, Pyramidenoktaeder- oder Pyramidenwürfelfläche gelegt kommt 2+1gliedrige Ordnung, endlich 6) auf eine Fläche der 48-Flächner gelegt ist eingliedrige Ordnung. So führt uns jedes folgende System zugleich zur tiefern Einsicht in das reguläre.

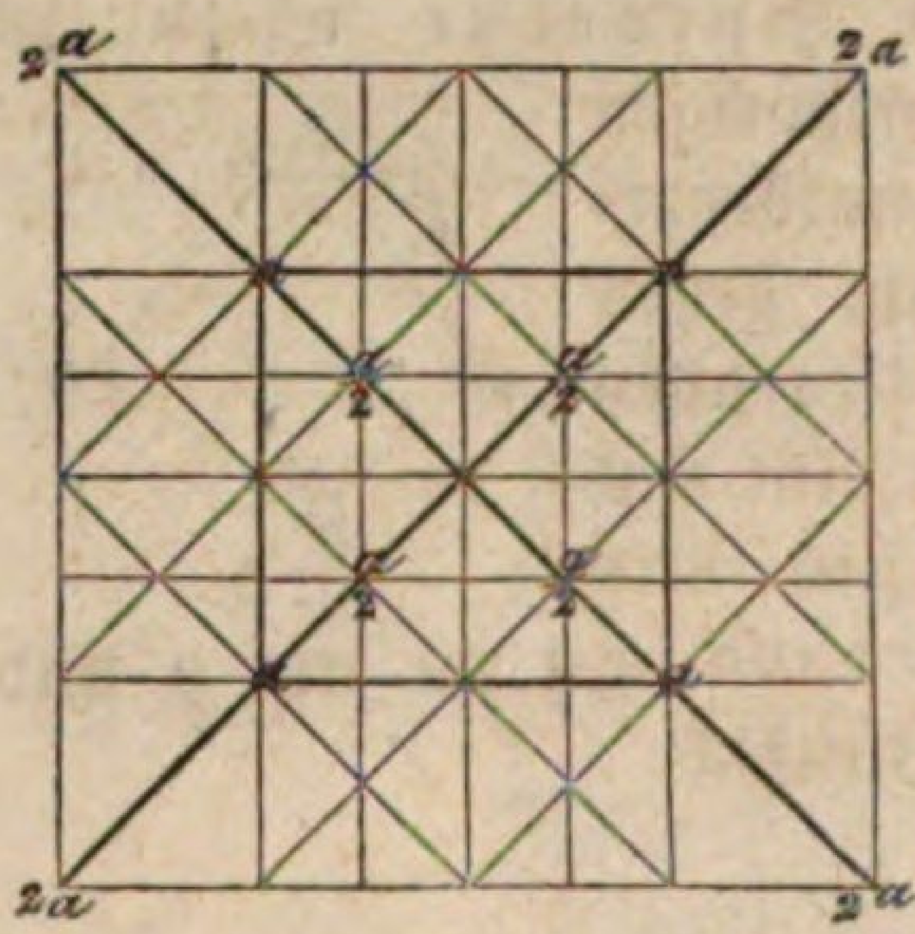
Viergliedriges System.

Pyramidales System Mohs, tetragonales Naumann, monodimetrisches Hausmann.

Die Hauptaxe c wird länger oder kürzer als die Nebenaxen aa, wir bekommen dann scharfe oder stumpfe Oktaeder pag 23. Das zugehörige Hexaid (viergliedriger Würfel) zerfällt in eine quadratische Säule (zweite Säule) $a : \infty a : \infty c$ mit Gradendfläche $c : \infty a : \infty a$. Das zugehörige Dodekaid pag. 37 gibt eine weitere quadratische Säule $a : a : \infty c$ (erste Säule) mit dem nächsten stumpfern Oktaeder $a : c : \infty a$. Das Leucitoeder gibt das zweite stumpfere Oktaeder $c : 2a : 2a$, darunter liegt ein Vierundvierkantner (schlechthin Vierkantner) $c : a : \frac{1}{2}a$, daran gehen 4 Kanten von $c : a$ und vier von $c : \frac{1}{3}d$, jene die scharfen, diese die stumpfen Endkanten bildend. Acht ungleichseitige Dreiecke bilden das Maximum gleicher Flächen in diesem System. Selbstständig kommt ein solcher Körper kaum vor, man kann ihn als ein gebrochenes Oktaeder ansehen. Das Pyramidenoktaeder zerfällt in einen obern Vierkantner $c : a : 2a$, und in ein zweites schärferes Oktaeder $c : \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a$. Der Pyramidenwürfel gibt ein drittes stumpferes Oktaeder $c : 2a : \infty a$, ein nächstes schärferes Oktaeder $c : \frac{1}{2}a : \infty a$, und eine vier und vierkantige Säule $a : 2a : \infty a$, welche die quadratische Säule des Würfels zuschärft. Endlich gibt der 48-Flächner dreierlei Vierkantner: zwei oberste dem gebrochenen Leucitoide, zwei unterste dem gebrochenen Pyramidenoktaeder entsprechend, und die zwischenliegenden beiden geben das dritte.



Häufig entwickeln sich die Oktaeder in einer fortlaufenden Reihe von stumpfern und schärfern, wie die nebenstehende Projektion zeigt, Mohs

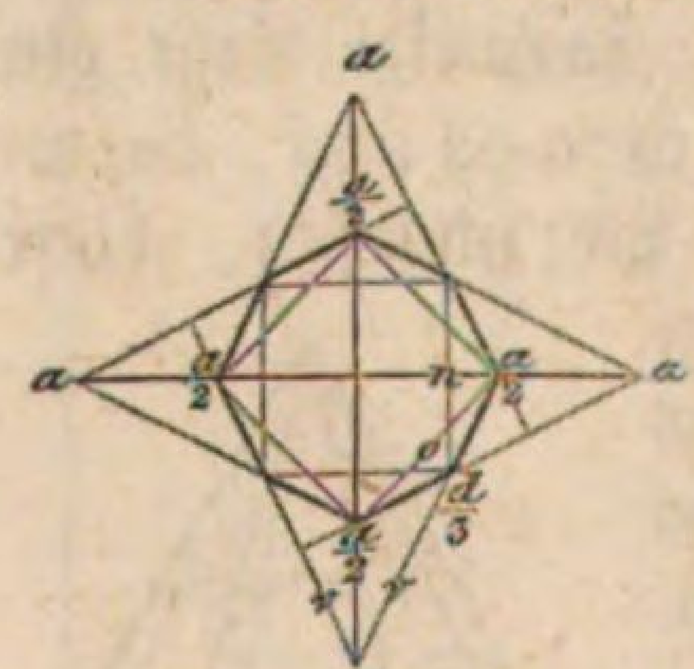


wählte daraus ein Grundoktaeder, und gründete darauf eine nicht sonderlich zweckmäßige Bezeichnung, indem er a : a : c = P setzt, mit + n das nte schärfere und mit — n das nte stumpfere Oktaeder bezeichnet. Sein Schüler Haidinger gibt das unbequeme Zeichen wieder auf, und nähert sich dem Naumann'schen Symbol. Beide legen die Oktaeder durch die Einheit a, und setzen der P den Axenschnitt von c vor. So einfach die Sache auch sein mag, so entschwindet sie doch immer wieder dem Gedächtniß. Hätte Naumann mit uns c = 1 gesetzt, da sie die einzige Axe ist, so wären die Zeichen viel leichter zu behalten. Ohne Zweifel wird man bei weiterer Entwickelung der Wissenschaft diese Zeichen ganz der Vergessenheit übergeben. Schreiben wir indeß die Zeichen obiger Figur hin:

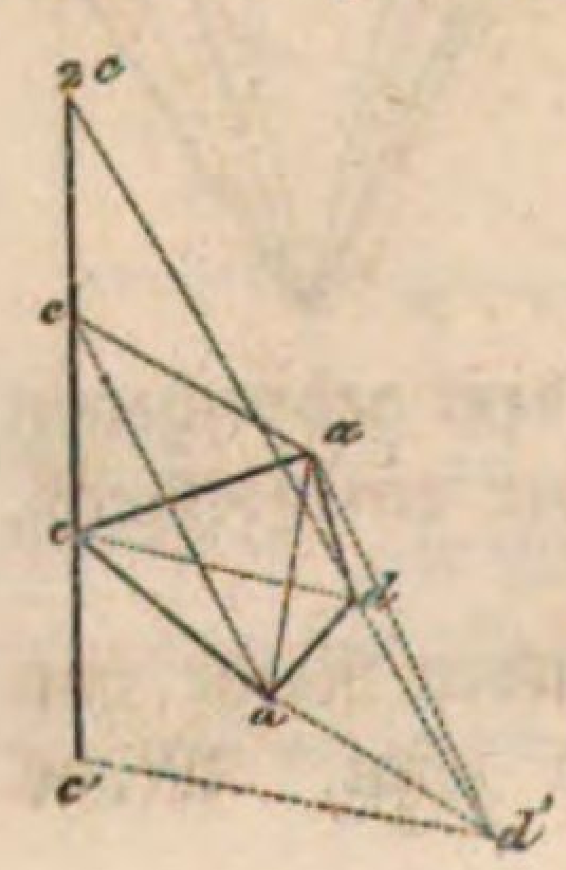
			Mohs.		Haid.		Naum.
a : a	=	c : a : a	= P	=	P	=	P
a : ∞a	=	c : a : ∞a	= P — 1	=	P′	=	P∞
2a : 2a	=	½c : a : a	= P — 2	=	½P	=	½P
½a : ∞a	=	2c : a : ∞a	= P + 1	=	2P′	=	2P∞
½a : ½a	=	2c : a : a	= P + 2	=	2P	=	2P
oa : oa	=	∞c : a : a	= P + ∞	=	∞P	=	∞P
oa : a	=	∞c : a : ∞a	= (P + ∞)	=	∞P′	=	∞P∞
∞a : ∞a	=	c : ∞a : ∞a	= P — ∞	=	oP	=	oP

Sobald bei Mohs die Oktaeder nicht in diese Reihe gehören, so denkt er ebenfalls c verlängert und schreibt dann a : a : mc = Pm, entwickelt aber wieder darnach Reihen, so daß z. B. Pm—1 = mc : a : ∞a, d. h. das nächste stumpfere von Pm ist!

Vierkantner bilden alle Ausdrücke, welche die Axen a ungleich schneiden. Da das, was der einen 2 geschieht, auch der andern geschehen muß, so gehören nothwendig jedem Quadranten zwei Sektionslinien an. Jede der vier gleichen Endkanten bestimmen ein Oktaeder. Hätten wir z. B. ν = a : ½a, so läge in den Endkanten c : ½a das Oktaeder o = ½a : ½a, und in der Endkante c : ⅓d das Oktaeder n = ⅓a : ∞a. Die abwechselnden Flächen des Vierkantners haben ein Quadrat zur Basis, schließen daher ein Oktaeder ein. Naumann nimmt



½a : ½a = 2P als Grundoktaeder, und leitet daraus den Vierkantner ab, indem er dahinter das Vorzeichen der größern Axe a setzt, also c : a : ½a = 2c : 2a : a = 2P2. Die vier und vierkantige Säule ∞c : a : ½a = ∞c : 2a : a = ∞P2. Viel unnatürlicher ist das Zeichen von Mohs. Es beruht auf folgender Darstellung: man habe ein beliebiges Grundoktaeder c : a : a, construire aus dem Dreieck der Oktaederfläche das Parallelogramm caad′, indem man ad′ wechselsweise der ac parallel zieht, dann ist cd′ die



digonale Zwischenaxe d. Verlängert man die Axe oc bis 2c, so bestimmt die Linie 2cd' in der Ebene oaa einen Punkt d, welcher dem gesuchten Vierundvierkantner angehört. Es verhält sich aber c'd' : od = 3c : 2c, od = $\frac{2}{3}$d, folglich muß nach dem Kantenzonengesetz der Vierkantner a : 2a gehen, da $1 + \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$ ist. Haidinger gibt diesem Körper 2c : a : 2a das Zeichen Z2 und Mohs das allgemeine $(P+n)^2$, worin P+n allgemein das Oktaeder bezeichnet, und 2 die Zahl, um welche ich die Axe c verlängert habe.

Allgemein $(P \pm n)^m = a : ma : m2^{\pm\frac{n}{2}} c$, $qP \pm n = a : a : q2^{\pm\frac{n}{2}} c$,

$(qP \pm n)^m = a : ma : m \cdot q \cdot 2^{\pm\frac{n}{2}} c$.

Beispiel. i Vesuvian = $(P-2)^3$, folglich nach erster Formel $m = 3$ u. $n = -2$, oder $i = a : 3a : 3 \cdot 2^{-\frac{1}{2}} c = a : 3a : \frac{3}{2}c = \frac{1}{3}a : a : \frac{1}{2}c$. z Vesuvian = $(P-1)^3$, folglich $m = 3$, $n - 1$, oder $z = a : 3a : 3 \cdot 2^{-\frac{1}{2}} c = \frac{1}{3}a\sqrt{2} : a\sqrt{2} : c$. Es ist aber $a\sqrt{2}$ die digonale Zwischenaxe d, daher $z = \frac{1}{3}d : d : c$, woraus sich leicht mittelst der Sektionslinienformel pag. 44 die Axenschnitte a berechnen lassen, näml. $\frac{2}{3+1}a : \frac{2}{3-1}a : c = \frac{1}{2}a : a : c = z$. Beim Anatas ist $r = \frac{4}{5}P - 4$, folglich in der 2ten allgemeinen Formel $q = \frac{4}{5}$, $n - 4$ zu setzen, gibt $r = a : a : \frac{4}{5} \cdot 2^{-\frac{4}{2}} c = a : a : \frac{1}{5}c$; für die kleine Vierkantnerfläche an brasilianischen Krystallen $s = (\frac{4}{5}P - 7)^4$ ist nach der dritten Formel $q = \frac{4}{5}$, $n = -7$, $m = 4$, folglich

$$s = a : 4a : 4 \cdot \tfrac{4}{5} \cdot 2^{-\frac{7}{2}} c = a : 4a : 4 \cdot \tfrac{4}{5} \cdot \frac{1}{8 \cdot \sqrt{2}} \cdot c = \tfrac{1}{2}a\sqrt{2} : 2a\sqrt{2} : \tfrac{1}{5}c$$
$$= \tfrac{1}{2}d : 2d : \tfrac{1}{5}c = \frac{2}{2+\frac{1}{2}}a : \frac{2}{2-\frac{1}{2}}a : \tfrac{1}{5}c = \tfrac{4}{5}a : \tfrac{4}{3}a : \tfrac{1}{5}c.$$

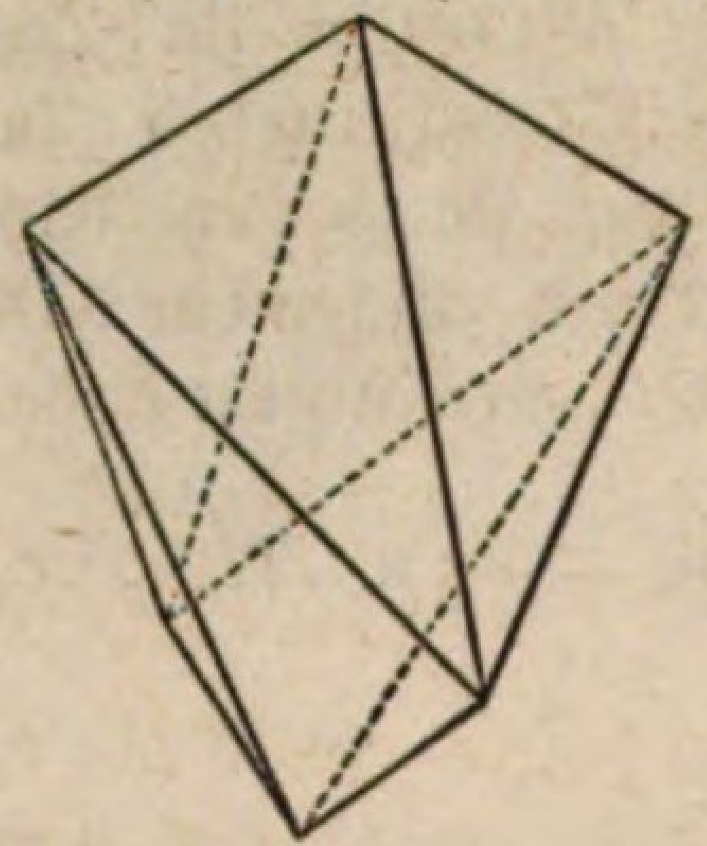
Wollte man ein kurzes und unzweideutiges Symbol für die Flächen, so müßte c, da sie einzig ist, = 1 gesetzt werden, aber nicht eines der a. Dann könnten geschrieben werden:

1) Die Oktaeder erster Ordnung c : ma : ma = mam;
zweiter Ordnung c : ma : ∞a = ma∞.
2) Die Säulen: 1ste Säule a : a : ∞c = oa : oa : c = oao;
2te Säule a : ∞a : ∞c = oa : a : c = oa1.
3) Die Gradendfläche c : ∞a : ∞a = ∞a∞.
4) Die vierundvierkantige Säule $a : ma : \infty c = oa : \frac{ma}{\infty} : c = oa\frac{m}{\infty}$.
5) Die Vierundvierkantner c : ma : na = man.

Es ist dabei ganz gleichgültig, welchen Buchstaben man vor- oder hintersetze, denn man darf nur c = 1 und a hinten hinzudenken, so hat man immer das volle Zeichen. Gerade so bezeichnet man die Flächen des regulären Systems. Wir benützen diese Symbole nicht, weil wir sie überhaupt nicht für sonderlich nothwendig halten. Wenn man aber einmal Symbole macht, so kann nur auf diese Weise dem Irrthume des Gedächtnisses vorgebeugt werden.

Hemiedrie. Ist zwar nicht mehr so wichtig, als im regulären System, doch kommen einige interessante Fälle vor:

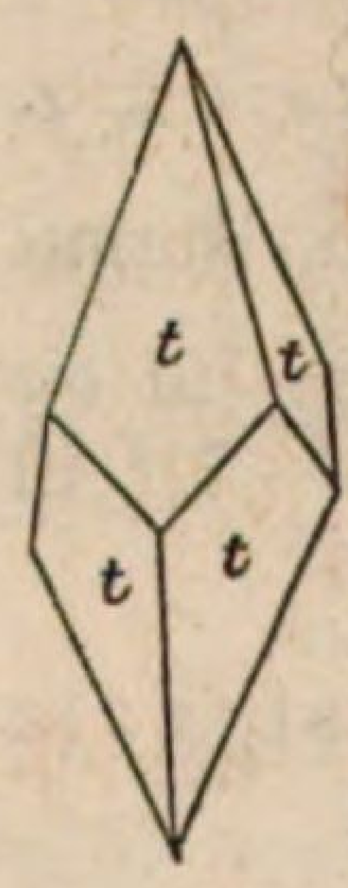
a) Tetraedrische Hemiedrie. Das viergliedrige Tetraeder (Sphenoid) haben wir schon oben pag. 23 kennen gelernt, es ist 4+2kantig.



Die Gradendfläche stumpft die 2 Kanten, und die 2te quadratische Säule die 4 Kanten ab, die erste quadratische Säule stumpft die 4 Ecken ab. Der 4+4-Kantner muß natürlich ein gebrochenes Tetraeder (Disphen, tetragonales Scalenoeder) geben. Es wird von 8 ungleichseitigen Dreiecken eingeschlossen, hat daher 4+4+4 Kanten, von denen keine der andern parallel geht. Beim Kupferkies kommt diese Hemiedrie schön vor.

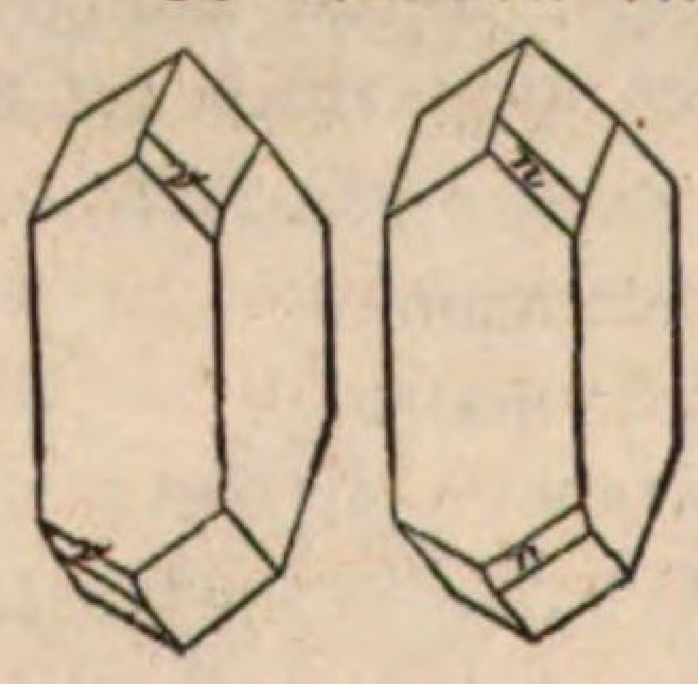
b) Pyritoedrische Hemiedrie würde aus dem Vierkantner ein zweigliedriges Oktaeder machen, und aus den Oktaedern zweigliedrige Paare. Zweigliedrige Oktaeder, worin b ein rationales Multiplum von a ist, könnten unter gewissen Umständen für hemiedrisch genommen werden.

c) Gyroedrie. Kommt ausgezeichnet bei Vierkantnern vor. Ich darf nur auf eine Fläche 0 schreiben, und auf die anliegende 1 ꝛc.

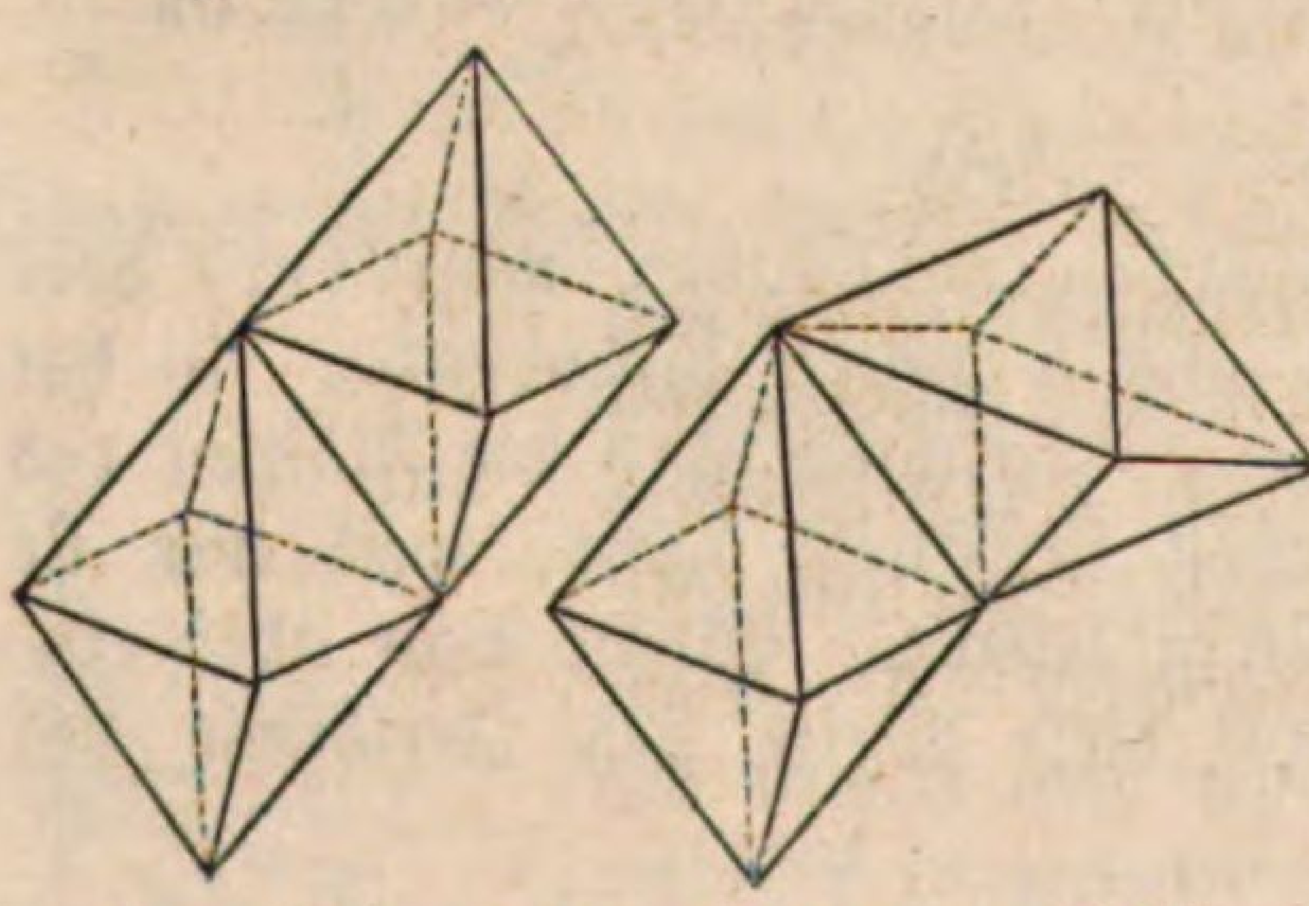


Den Körper hat Naumann Trapezoeder genannt. Es sind zwei Oktaederhälften, die an beiden Enden um 45° gegen einander verdreht sind, so daß an den Seiten 8 Zickzackkanten entstehen. Man kann übrigens den Vierkantner auch in zwei viergliedrige Oktaeder von Zwischenstellung (die nicht zu den beiden Ordnungen von Oktaedern gehören) zerlegen, diese erzeugen dann keine Drehung. Sowie auch die vierundvierkantige Säule in zwei quadratische Säulen von Zwischenstellung zerfällt. Beispiele Tungstein und Scheelbleierz.

Es kommen die Flächen nur selten untergeordnet vor. Man macht sich die Sache am besten am viergliedrigen Dodekaeder klar: ν zeigt die gedrehte Hemiedrie, und n die nicht gedrehte, letztere gibt ein Oktaeder von Zwischenstellung.



Zwillinge. Nimmt man zwei gleiche Oktaeder und legt sie mit ihren Endkanten in symmetrischer Lage aneinander, so sind zwei Stellungen möglich: entweder liegen die Oktaeder parallel (1), oder nicht parallel und umgekehrt (2), letzteres ist der Zwilling. Man kann statt der Endkante auch die Fläche des nächsten stumpferen Oktaeders denken. Mathematisch ausgedrückt: beide Individuen haben die Fläche des nächsten stumpferen Oktaeders gemein, und sind um 180° um eine Linie (Zwillingsaxe) verdreht, die senkrecht auf der gemeinsamen Fläche steht. Bei diesen Zwillingen



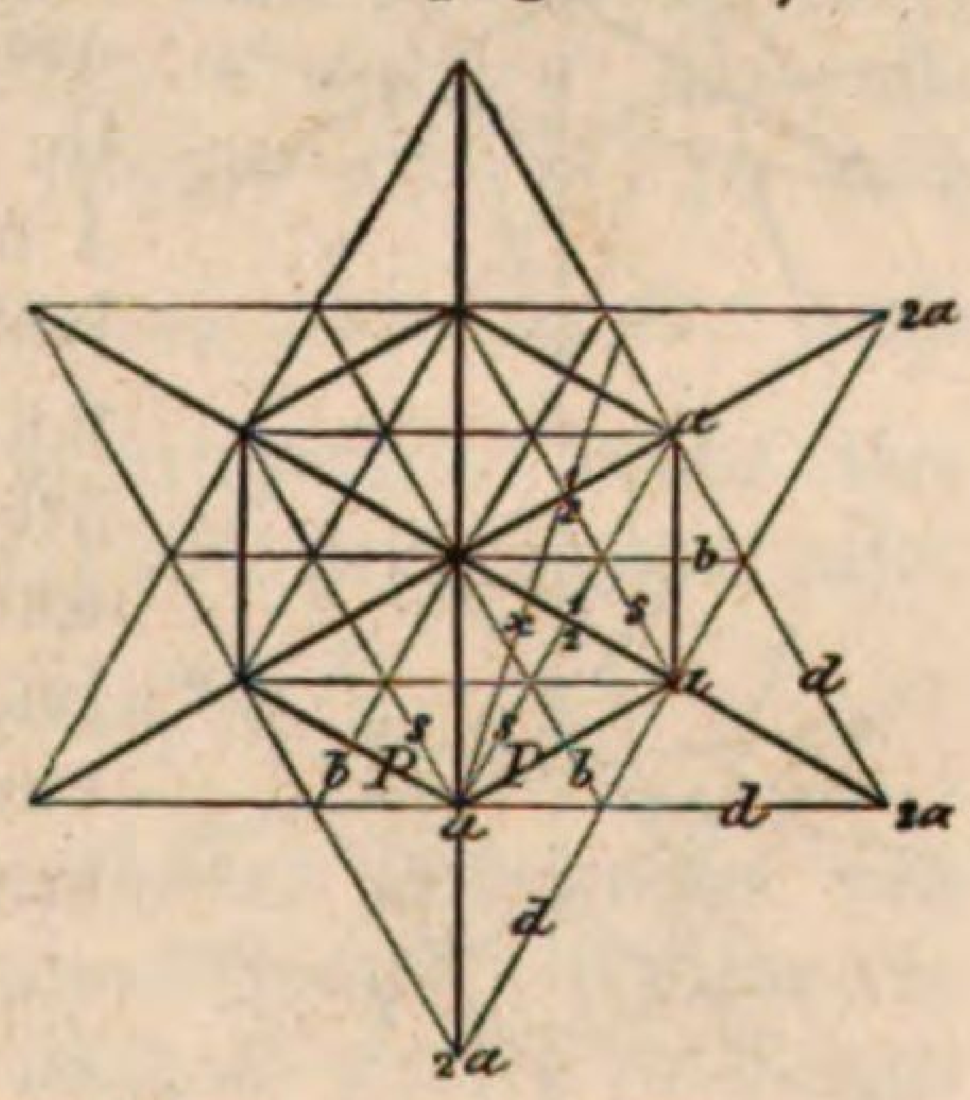
spiegeln zwei Flächen ein, welche eine geschobene Säule bilden, die andern beiden Flächen bilden einen einspringenden Winkel, wie die augitartigen Paare bei den Schwalbenschwanzzwillingen des Gypses. Beim Kupferkies, Scharfmanganerz ꝛc. kommen als Maximum Fünflinge vor, indem an jede der vier Endkanten des Hauptoktaeders sich ein Individuum legt. Siehe Zinnstein, Rutil.

Drei- und einaxige Systeme.

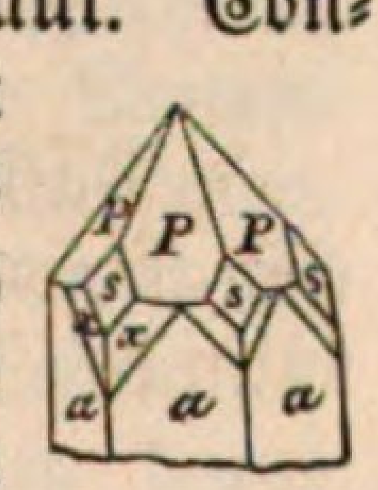
Es gibt deren zwei: dreigliedriges und sechsgliedriges System pag. 24. Beide gehen jedoch ineinander über, wie ihre Entwickelung aus dem regulären System beweist.

a) Sechsgliedriges System.

Es geht aus dem Diheraeder P = a : a : ∞a : c pag. 25 hervor. Die Endecke wird durch die Gradendfläche c : ∞a : ∞a : ∞a gerade abgestumpft, welche wir zur Projektionsebene wählen. Die erste sechsseitige Säule a : a : ∞a : ∞c stumpft die Seitenkanten gerade ab, ihre Sektionslinien fallen mit den Axen a zusammen; die 2te sechsseitige Säule b = a : ½a : a : ∞c stumpft die Seitenecken ab, und ihre Sektionslinien fallen mit den Zwischenaxen b zusammen. Alle Zwischenlinien von a und b im Mittelpunkt gehören 6+6kantigen Säulen an, sie schneiden die sämmtlichen a ungleich, und



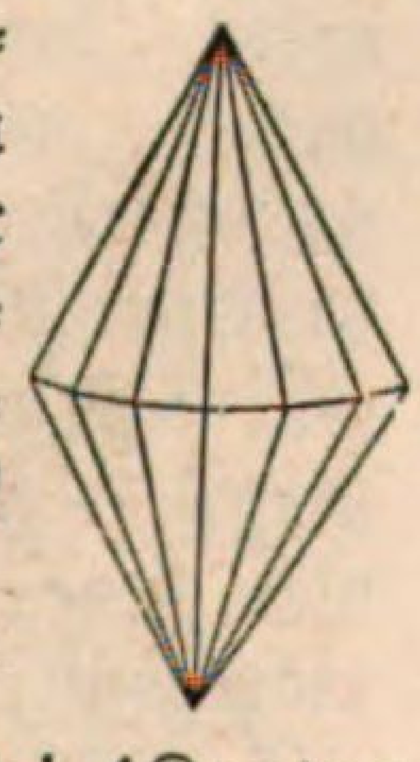
gehen der Axe c parallel. Stumpft man die Endkanten des Diheraeders durch das nächste stumpfere Diheraeder ab, so ergibt sich der Flächenausdruck d = 2a : a : 2a : c. Häufiger kommt das nächste schärfere s = a : ½a : a : c vor, welches in drei abwechselnde Endkanten des Diheraeders fällt. Construiren wir uns aus Pa und s beistehenden Körper, so leuchtet ein, daß die Kanten P/s und s/a an jedem Ende des Krystalls 12mal vorhanden sind. Stumpfen wir die Kante s/a durch x = a : ⅓a : ½a : c ab, so muß diese Fläche in jedem Sextanten zweimal auftreten, also die größtmögliche Zahl von Flächen, einen 6+6-Kantner, geben.



Denselben kann man als ein gebrochenes Diheraeder ansehen, woran 6 Endkanten den Flächen und 6 den Endkanten des eingeschriebenen Diheraeders entsprechen. Beim Beryll kommt eine solche Vollzähligkeit der Flächen aber nur untergeordnet vor, man hat daher diese Körper mit 24 ungleichseitigen Dreiecken auch Berylloide genannt. Gewöhnlich geht man von ihnen als dem allgemeinsten Flächenausdruck

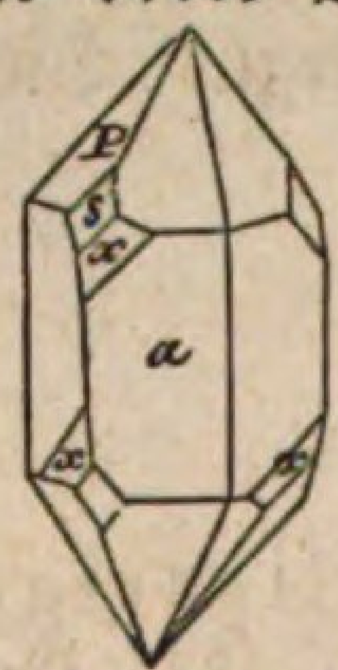
$$c : \frac{a}{m} : \frac{a}{n} : \frac{a}{n-m}$$

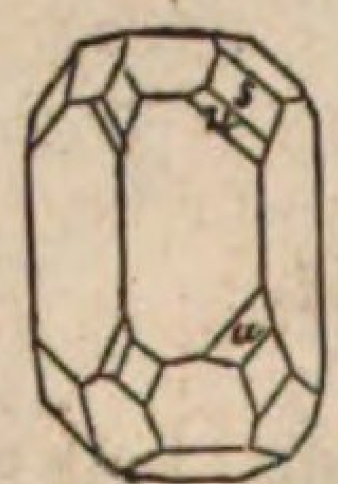
aus, und gelangt durch Theilflächigkeit zu dem dreigliedrigen System.



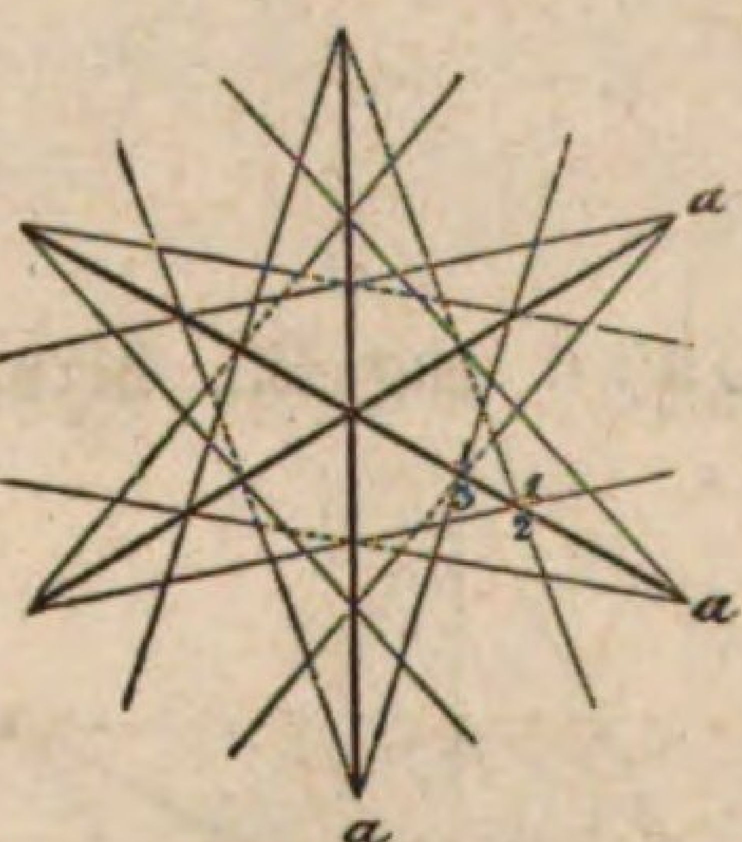
Zunächst ist wie bei dem 4+4Kantner beistehende doppelte Hemiedrie möglich. Schreibt man nämlich auf eine

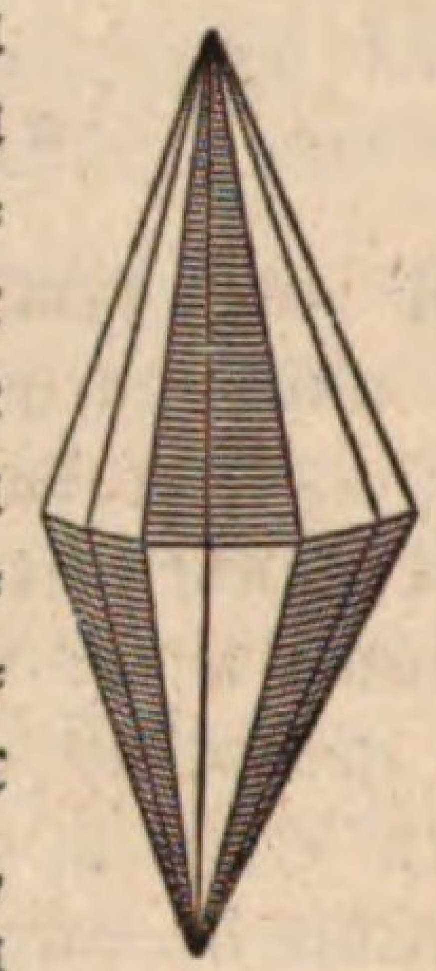
Fläche des Sechskantners 1 und auf die anliegende 0, so bilden die wachsenden 1 eine Gyroedrie, wie beim Quarze, wo die Trapezflächen x oben und unten an einer Säulenkante nicht mit einander correspondiren: die obere Diheraederhälfte ist gegen die untere um 60° verdreht. Oder

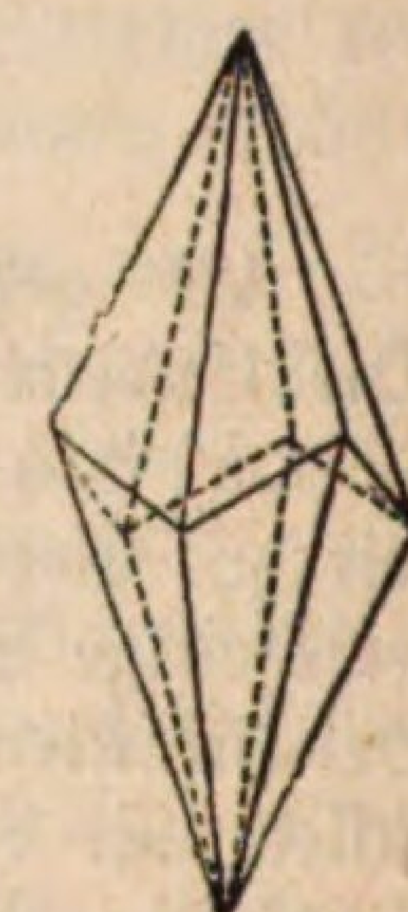


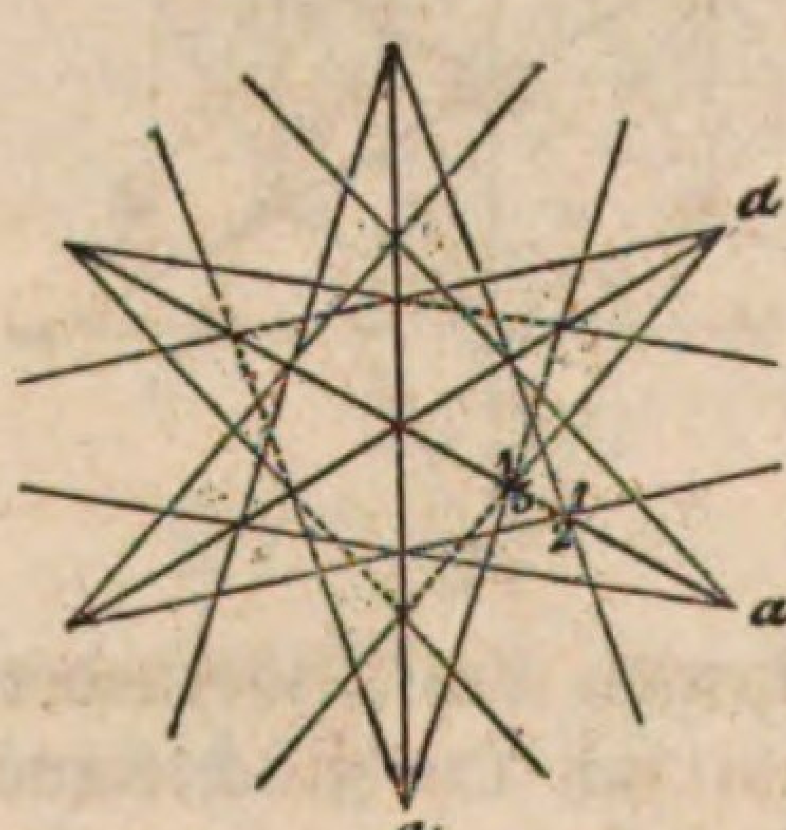


es correspondiren, wie beim Apatit, die Hälftflächner u miteinander, dann ist es ein einfaches Diheraeder von Zwischenstellung, d. h. welches sämmtliche a ungleich schneidet. Denn aus der Projektion des Sechskantners geht hervor, daß er aus zwei Diheraedern von Zwischenstellung besteht, die sich symmetrisch kreuzen. Siehe Apatit vom St. Gotthart.





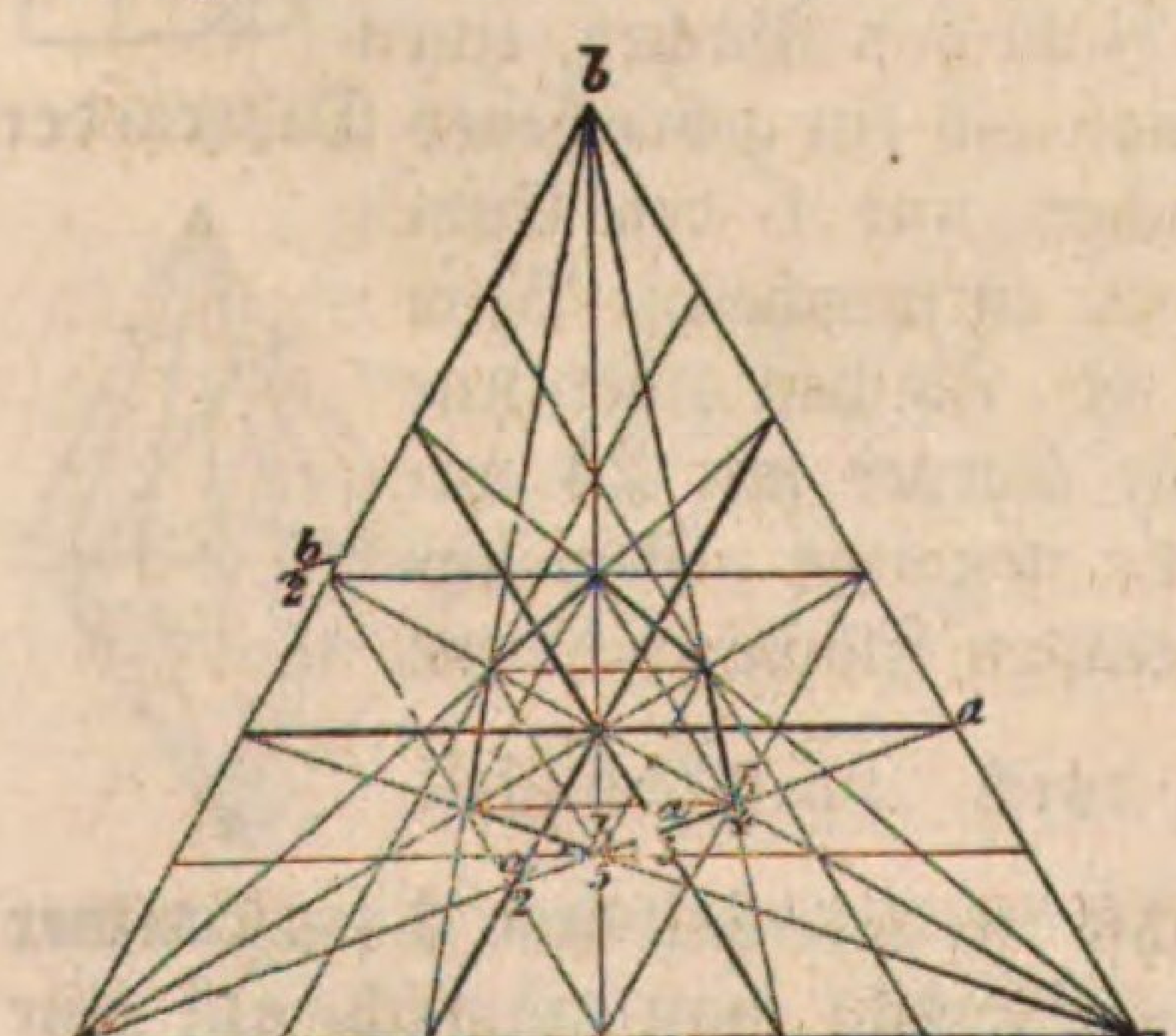




Theilen wir uns den Sechskantner nach dem eingeschriebenen Diheraeder, d. h. schreiben wir auf eine Diheraederfläche 0, auf die anliegenden 1 2c., so geben die wachsenden 1 einen Dreiunddreikantner oder gebrochenes Rhomboeder, und wie aus der Projektion folgt, so kann man jeden Sechskantner aus zwei durchwachsenen Dreikantnern 1 und 0 entstanden denken: Dreikantner und Gegendreikantner, dieser ergänzt jenen zu einem Sechsundsechskantner. Auf dieselbe Weise kann man endlich das Rhomboeder als den Hälftflächner eines Diheraeders ansehen pag. 25.

b) Dreigliedriges System.

Dasselbe hat zum allgemeinsten Körper den Dreiunddreikantner (Scalenoeder) von 12 ungleichseitigen Dreiecken begränzt, in der 3+3kantigen Endkante laufen die drei stumpfen und drei scharfen Endkanten zusammen, während die sechs 2+1+1kantigen Seitenecken im Zickzack durch die Seitenkanten verbunden werden. Projiciren wir uns z. B. den gewöhnlichen Dreikantner des Kalkspathes



$$c : a : \frac{b}{4} : \frac{a}{3} : \frac{b}{5} : \frac{a}{2} : b,$$

so geht die scharfe Endkante $c : \frac{b}{4}$, die stumpfe $c : \frac{b}{5}$, die Seitenkante c : b. Eine Fläche b : b durch die Seitenkanten gelegt gibt das Hauptrhomboeder a:a:∞a;

eine weitere durch die scharfen Endkanten $\frac{b}{4} : \frac{b}{4}$ gibt $\frac{a}{4} : \frac{a}{4} : \infty a$; endlich durch die stumpfen $\frac{b}{5} : \frac{b}{5}$ gibt $\frac{a}{5} : \frac{a}{5} : \infty a$. Würde man diese dreierlei Kanten gerade abstumpfen, so gäbe die Abstumpfung der Seitenkanten die zweite sechsseitige Säule $b = a : \frac{1}{2}a : a \infty c$; die Abstumpfung der scharfen Endkante $\frac{b}{4}$ gäbe $\frac{a}{2} : \frac{a}{2} : \infty a$, und der stumpfen $\frac{b}{5}$ gebe $\frac{2}{5}a : \frac{2}{5}a : \infty a$, so daß mit jedem Dreikantner außer der Säule und dem Hauptrhomboeder noch vier weitere Rhomboeder gegeben sind, die sich leicht aus dem Zeichen ableiten lassen. Da nun aber die Axenausdrücke der Körper des dreigliedrigen System nur die Hälfte der Sextanten ausfüllen, so setzen viele dem Ausdrucke $\frac{1}{2}$ vor, so daß also der Dreikantner $\frac{1}{2}(c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a)$ und das Rhomboeder $\frac{1}{2}(c : a : a : \infty a)$ geschrieben werden müßte. Wir lassen die Zahl $\frac{1}{2}$, so oft keine Irrungen möglich sind, weg, denn diese versteht sich im Systeme meist von selbst, dagegen muß die Lage im Sextanten mit Sorgfalt angedeutet werden. Zu dem Ende gibt man dem Rhomboeder in den Seitenkanten des Dreikantners das Zeichen $a : a : \infty a$, und alle Rhomboeder, die ihre Fläche wie dieses liegen haben, also $\frac{2}{5}a : \frac{2}{5}a : \infty a$ und $\frac{a}{4} : \frac{a}{4} : \infty a$ läßt man ungestrichelt. Davon muß man nun aber nothwendig die zweite Ordnung der Rhomboeder unterscheiden, welche ihre Fläche wie die Kanten des Hauptrhomboeders legen, diese strichelt man, also:

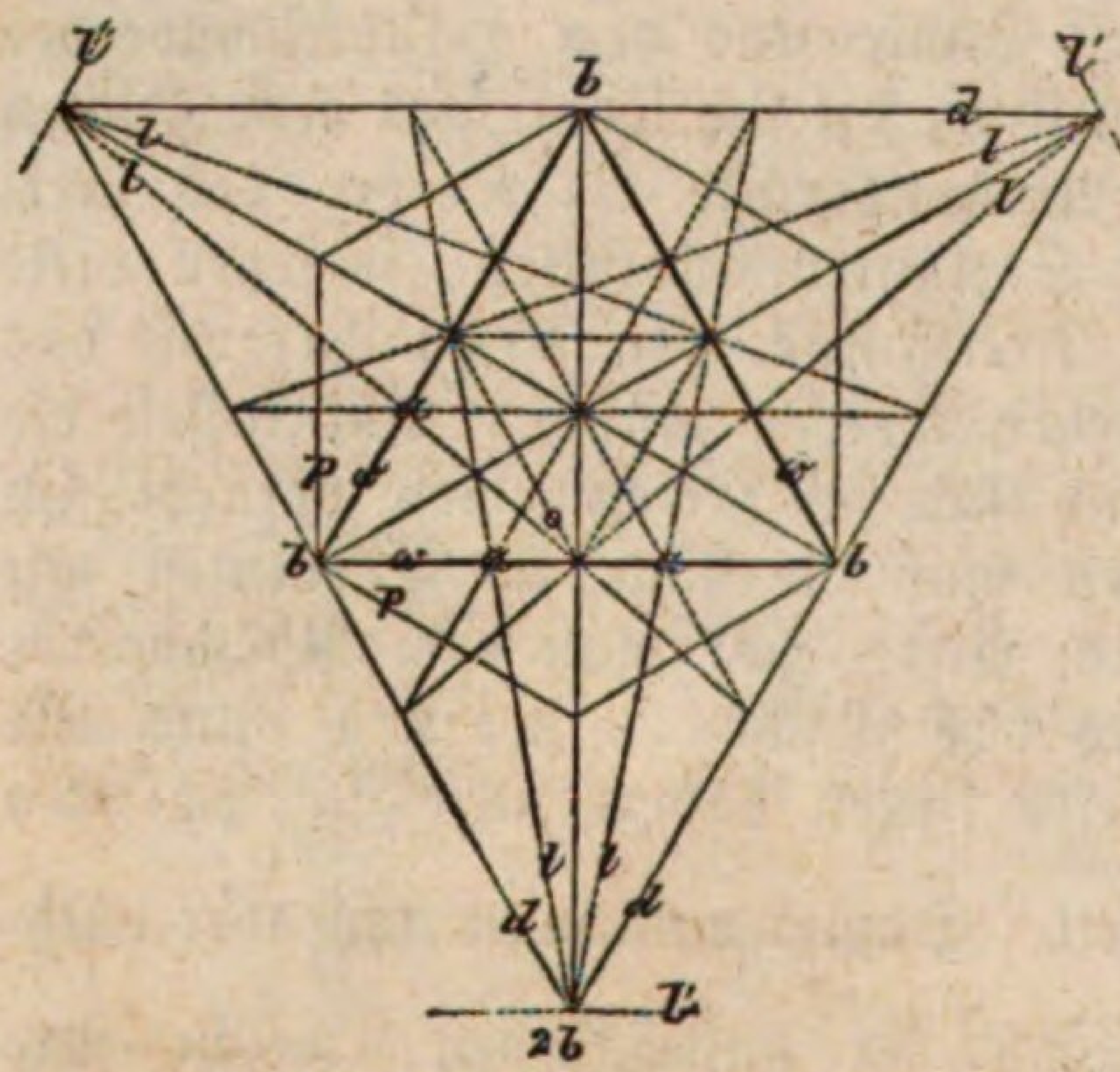
$$\frac{a'}{2} : \frac{a'}{2} : \infty a \text{ und } \frac{a'}{5} : \frac{a'}{5} : \infty a.$$

Am schwierigsten ist die Unterscheidung der beiden Ordnungen von Dreikantnern: alle erster Ordnung, welche ihren stumpfen Endkantenwinkel wie die Fläche des Hauptrhomboeders legen, werden nicht gestrichelt; dagegen bekommen diejenigen 2ter Ordnung Striche, welche ihren stumpfen Winkel, wie die Kanten des Hauptrhomboeders legen. Herr Prof. Weiß (Abhandl. Berliner Akad. Wissensch. 1823, pag. 217) unterscheidet außerdem an jedem Rhomboeder, also auch am Hauptrhomboeder, 3 Abtheilungen. Die erste Abtheilung schärft die Seitenkanten des Rhomboeders zu, sie müssen also ihre Sektionslinien innerhalb des Dreiecks ω/ω haben, und alle diese sind ungestrichelt, denn ihr stumpfer Endkantenwinkel liegt wie ω. Die beiden andern Abtheilungen schärfen die Endkanten des Hauptrhomboeders zu, unter diesen bildet das Dihexaeder (mit gleichen Endkantenwinkeln), welches ebenfalls die Endkante von ω zuschärft, den Wendepunkt: alle Dreikantner, deren Sektionslinien zwischen Rhomboeder ω und Dihexaeder p liegen, haben ihren stumpfen Winkel noch wie ω, sie gehören also der ungestrichelten 2ten Abtheilung an. Dagegen müssen alle außerhalb des Dihexaeders p gelegenen, welche also die in ω/ω liegenden drei Endkanten des Dihexaeders zuschärfen, ihren stumpfen Winkel wie die Kanten von ω legen, also der gestrichelten 3ten Abtheilung angehören. Man sagt also kurz: die beiden ersten Abtheilungen zwischen 2ter Säule und Dihexaeder sind in Beziehung auf Rhomboeder ω erster Ordnung, die zwischen Dihexaeder und nächsten stumpfen Rhomboeder aber 2ter Ordnung. Es

versteht sich daraus von selbst, daß am gestrichelten Rhomboeder die Dreikantner der beiden ersten Abtheilungen ebenfalls gestrichelt sein müssen, nur die dritte Abtheilung nicht gestrichelt wird.

Man kann sich das Verhältniß am besten klar machen, wenn man wieder auf das reguläre System zurückgeht, und sich die Hauptfläche in dreigliedriger Stellung projicirt:

1) Der Würfel gibt uns das Hauptrhomboeder $\omega = a : a : \infty a$ mit rechten Winkeln in den Endkanten.



2) Das Oktaeder zerfällt in die Gradendfläche und das nächste schärfere $o = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a$, denn sein Rhomboeder hat die Endkantenwinkel des Tetraeders, muß also vom Würfel abgestumpft werden. Die Gradendfläche $c : \infty a : \infty a : \infty a$ haben wir zur Projektionsebene gewählt.

3) Das Granatoeder liefert das erste stumpfere Rhomboeder $d = 2a' : 2a' : \infty a$, und die 2te sechsseitige Säule $b = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$, weil es die Kante des Würfels abstumpft.

4) Das Leucitoeder, die Kanten des Granatoeders abstumpfend, muß die erste Säule $a = a : a : \infty a$ und das 2te stumpfere Rhomboeder $l' = 4a : 4a : \infty a$ geben. Außer diesen bleibt aber noch der Dreikantner $l = a' : \frac{2}{5}a' : 2a'$, gestrichelt, weil er in der ersten Abtheilung der Kantenzone des nächsten stumpferen Rhomboeders liegt.

5) Der Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ bildet oben an seiner Endecke ein Diheraeder $p = 3a : \frac{3}{2}a : 3a$, und darunter liegt der beim Kalkspath so gewöhnliche Dreikantner $p' = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, denn er schärft ja die Zickzackkanten des Würfels zu.

6) Das Pyramidenoktaeder $a : a : \frac{1}{2}a$ stumpft die gebrochenen Würfelkanten des Leucitoeders ab, daher muß das obere Rhomboeder $t = 8a' : 8a' : \infty a$, das darunter liegende $t' = \frac{4}{5}a' : \frac{4}{5}a' : \infty a$ haben, denn dieses stumpft die stumpfe Endkante $c : \frac{2b}{5}$ des Dreikantner l ab. Jetzt bleibt nur noch der Dreikantner $t^0 = 2a' : \frac{1}{3}a' : \frac{2}{5}a'$ über, der z. B. beim Kalkspath (Nro. 38) schon vorkommt.

7) Das Pyramidengranatoeder $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ gibt uns oben ein Diheraeder $g = 6a : 3a : 6a$; darunter liegt der Dreikantner $g' = 4a' : a' : \frac{4}{3}a'$; dann folgt $g'' = a' : \frac{2}{5}a' : \frac{2}{3}a'$; endlich die 6+6kantige Säule

$$g^0 = a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}a : \infty c.$$

Denkt man sich also am regulären System irgend eine der trigonalen Axen etwas länger oder kürzer als die übrigen drei, so muß sogleich das System dreigliedrig werden; obgleich der Zonenzusammenhang der gleiche bleibt. Jedenfalls gelangen wir auf diese Weise zu folgender Eintheilung:

1) Rhomboeder 1ster Ordnung $ma : ma : \infty a : c = mam$; 2ter Ordnung $ma' : ma' : \infty a' : c = ma'm$.

2) Sechsseitige Säulen: 1ste Säule $a : a : \infty a : \infty c = oao$; 2te Säule: $a : \frac{1}{2}a : a : \infty c = oa\frac{1}{2}o$.

3) Gradendfläche $c : \infty a : \infty a : \infty a = \infty a \infty$.

4) Sechsundsechskantige Säulen $a : \frac{a}{m} : \frac{a}{m-1} : \infty c = oa\frac{o}{m}$.

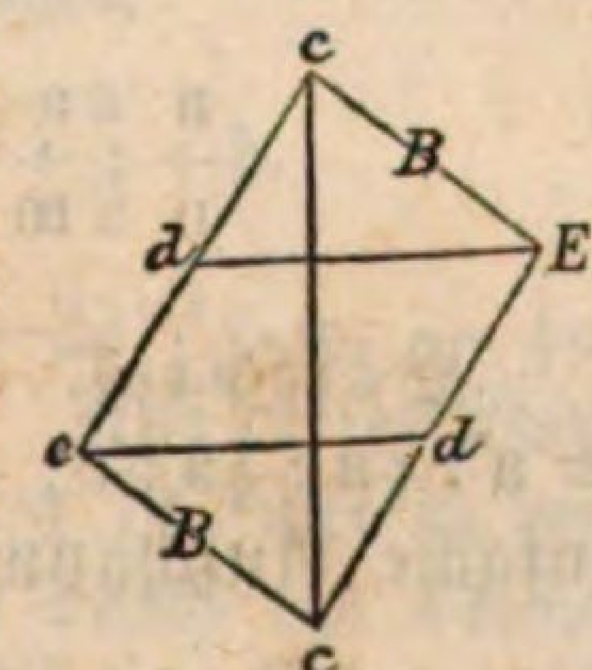
5) Dreikantner: 1ster Ordnung $\frac{a}{m} : \frac{a}{n} : \frac{a}{n-m} : c = \frac{1}{m}a\frac{1}{n}$;

2ter Ordnung $\frac{a'}{m} : \frac{a'}{n} : \frac{a'}{n-m} : c = \frac{1}{m}a'\frac{1}{n}$.

6) Dihexaeder $ma : \frac{1}{2}ma : ma = ma\frac{1}{2}m$.

Blos der 6+6 Kantner kann aus dem regulären System nicht abgeleitet werden. Man gelangt zu ihm nur durch ein dirhomboedrisches System. Die Behandlung dieser Frage hat jedoch blos ein theoretisches Interesse.

Das Rhomboeder. Legt man eine Horizontalebene durch je drei der Zickzackecken, so theilen diese die ganze Axe c in drei gleiche Theile pag. 47. Es gilt diese Dreitheilung übrigens ganz allgemein für jedes Parallelepiped. Häufig spricht man auch noch von seinen Hauptschnitten, d. h. drei Ebenen, welche respektive den Flächen der zweiten sechsseitigen Säule parallel gehen, also in der Axe c, der Endkante B und der schiefen Diagonale d liegen. Die Linien dE und de bilden die Durchschnitte obiger Horizontalebenen mit den Hauptschnitten, theilen daher cc in drei gleiche Theile und werden selbst im Verhältniß 1 : 2 geschnitten.



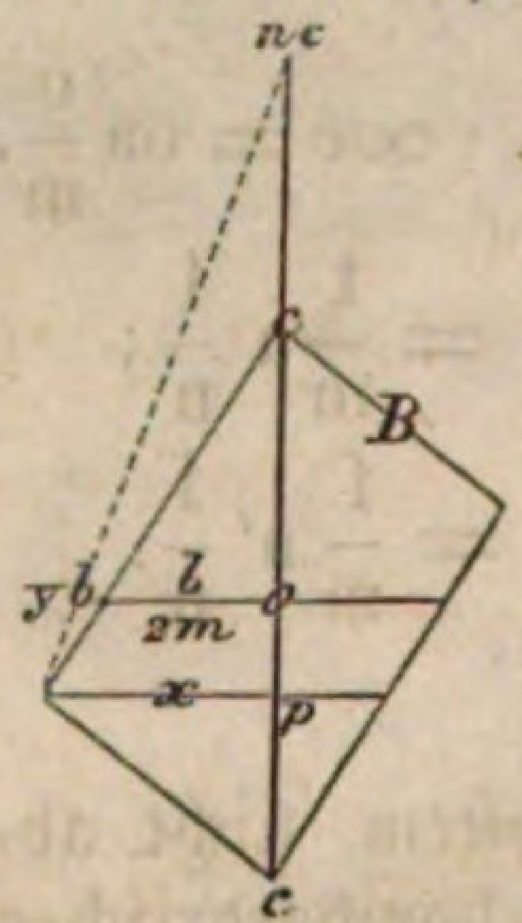
Mohs und Naumann bezeichnen nun die Rhomboeder so, daß sie alle in unserer Projektion durch die Einheiten a : a gelegt denken, und dann das Verhältniß beischreiben, unter welchem Axe c geschnitten wird. R bedeutet das Grundrhomboeder. Also

$$mR = a : a : \infty a : mc = \frac{a}{m} : \frac{a}{m} : \infty a : c.$$

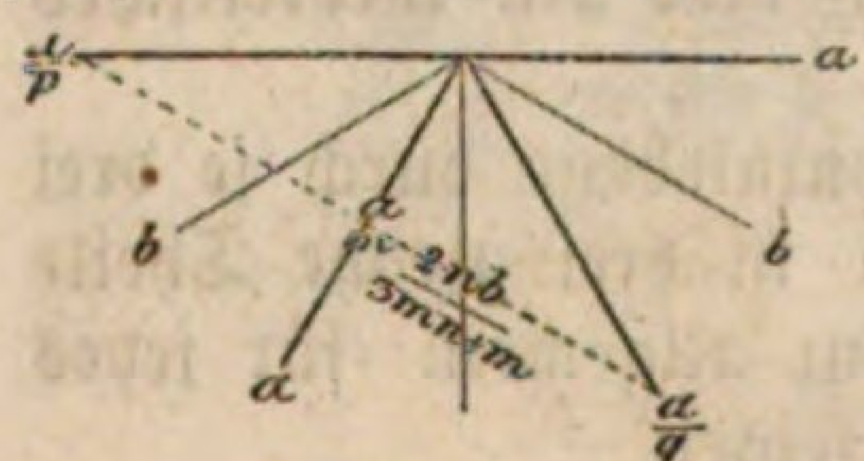
Dies Zeichen ist wenigstens nur insofern zweideutig, als man immer merken muß, daß die Axe c und nicht die a verlängert gedacht werde. Darnach wäre ein Zeichen $\frac{1}{m}a$ besser. Mohs hat nun aber unglücklicherweise noch die Reihen hineinverwoben. Ein Rhomboeder $3c : a : a : \infty a = 3R$ schreibt er $\frac{3}{4}R + 2$, das soll heißen, das 2te schärfere von einem Rhomboeder $\frac{3}{4}R$. $R' = a' : a' : \infty a : c$ bezeichnet er mit $-R$, so ist also ein Rhomboeder $-R-1 = \frac{1}{2}R = 2a : 2a : \infty a : c$, d. h. das nächste stumpfere vom Gegenrhomboeder.

Der Dreikantner (Scalenoeder). Hier wird das Mohs'sche Zeichen wahrhaft hieroglyphisch, seine Schüler haben es daher verlassen, und sich dem Naumann'schen zugewendet. Dieser geht vom eingeschriebenen Rhomboeder der Seitenkanten des Dreikantners aus, er verlängert die Hauptaxe c, und legt durch diesen Punkt und die Zickzackkanten Flächen. Das Symbol mRn bedeutet daher ein Rhomboeder $mR = \frac{a}{m} : \frac{a}{m} : \infty a : c$,

dessen Hauptaxe c bis nc verlängert ist, und von diesem Punkte nc werden 6 Flächen nach den Zickzackkanten des Rhomboeders mR gelegt. Leider sind durch dieses Zeichen für die Fläche nur zwei Axenpunkte nc : ma unmittelbar festgestellt, wir müssen also den dritten Ausdruck für die stumpfe Endkante nc : yb des Dreikantners suchen.



Es verhält sich $x : \frac{b}{2m} = pc : oc = \frac{4}{3}c : c$, $x = \frac{2}{3m}b$; ferner $\frac{2b}{3m} : yb = pnc : onc = (n + \frac{1}{3})c : nc$, $yb = \frac{2nb}{3m(n+\frac{1}{3})}$, $y = \frac{2n}{3mn+m}$. Wir haben also damit die drei Punkte $nc : \frac{a}{m} : \frac{2nb}{3mn+m}$. Projiciren wir dies, so finden wir



$$q = \left(\frac{3mn+m}{2n} - m\right) = \frac{mn+m}{2n}, \text{ und}$$

$$p = \left(m - \frac{mn+m}{2n}\right) = \frac{mn-m}{2n}, \text{ folglich}$$

$$\frac{a}{p} : \frac{a}{m} : \frac{a}{q} : nc = \frac{2n}{mn-m}a : \frac{a}{m} : \frac{2n}{mn+m}a : nc = mRn.$$

Beispiel. Für R3 ist $m = 1$, $n = 3$, folglich $\frac{6}{2}a : a : \frac{6}{4}a : 3c = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$, der gewöhnliche Dreikantner. Allerdings gerade keine einfache Anschauungsweise! Da wäre ein Symbol $1a\frac{1}{3}$ viel einfacher, woraus sogleich das dritte $\frac{a}{3-1}$ gefolgert werden könnte. Dabei hätte man den Vortheil, daß auch Diheraeder und Sechskantner das gleiche Symbol hätten. Naumann bezeichnet ein Diheraeder $a : a : \infty a : c = P$, und $\frac{1}{m}a : \frac{1}{m}a : \infty a : c = mP$. Den Sechskantner, welcher die Endkanten von mP zuschärft, schreibt er $mPn = mc : a : na : \frac{n}{1-n}a$. Dieses Zeichen läßt uns doch wenigstens den Axenausdruck ablesen, indem m die Verlängerung von c, und n die Verlängerung des 2ten a bezeichnet. Der Ausdruck $mP2 = mc : a : 2a : -2a = mc : 2a : a : 2a$ bezeichnet das nächste stumpfe Diheraeder von mP. Haidinger setzt statt P den Buchstaben Q (Quarzoid-Diheraeder).

Der Zusammenhang zwischen den allgemeinen Zeichen von Mohs und Weiß ist einfach folgender: Das allgemeine Zeichen von Weiß ist

$$\frac{c}{\lambda} : \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\mu+\nu} : \frac{a}{\nu} : \frac{b}{2\nu+\mu} : \frac{a}{\nu-\mu} : \frac{b}{\nu-2\mu}$$

worin b die Zwischenaxen pag. 55 bezeichnet. Wenn von diesen Zeichen außer $\frac{c}{\lambda}$ zwei beliebige gegeben sind, so kann man die übrigen vier durch einfache Addition oder Subtraktion der Nenner finden. Ist z. B. $\frac{a}{\mu}$ und $\frac{a}{\nu}$ gegeben, so findet sich der Nenner des dritten a daraus durch Subtraktion $\nu - \mu$.

Der Nenner von je zwei einem a anliegenden b ist stets $\frac{1}{3}$ der Summe, also $\nu = \frac{1}{3}(\mu + \nu + 2\nu - \mu)$, $\nu - \mu = \frac{1}{3}(2\nu - \mu + \nu - 2\mu)$, $\mu = \frac{1}{3}(\mu + \nu - (\nu - 2\mu))$. Die Nenner von b finden sich durch Addition der Nenner von den anliegenden a. Es ist die Folge des Kantenzonengesetzes pag. 43.

Das allgemeine Mohs'sche Zeichen ist $(P \pm n)^m$, und wenn man dieses auf unser Zeichen zurückführen will, so findet der Zusammenhang Statt: $(P \pm n)^m = \frac{1}{2}(-2)^{\pm n} c : \frac{b}{3m-1} : \frac{b}{3m+1}$. Aus dem gegebenen c und beiden b kann man dann das volle Weiß'sche Zeichen leicht entwickeln.

Beispiel. Im Dreikantner des Kalkspathes $b^3 = (P-2)^3$ ist $n = -2$ und $m = 3$, gibt

$$\frac{1}{2}(-2)^{-2} c : \frac{b}{9-1} : \frac{b}{9+1} = \frac{c}{8} : \frac{b}{8} : \frac{b}{10}.$$

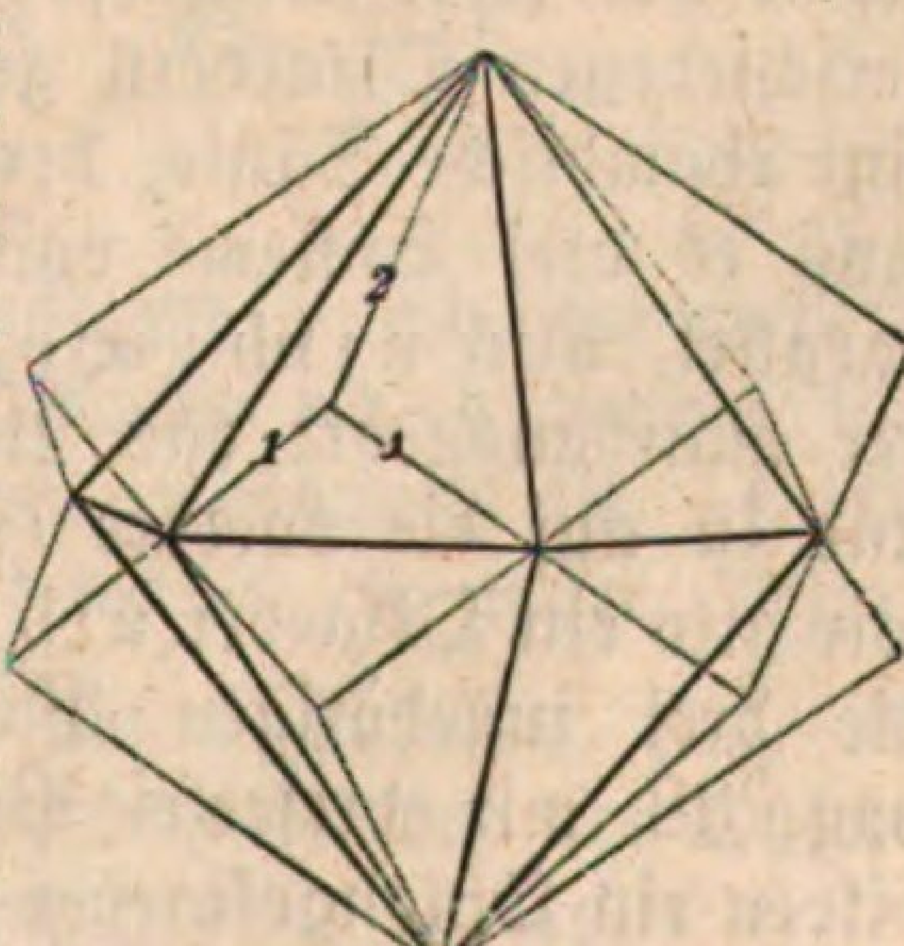
Zwischen den beiden b muß $\frac{a}{\frac{1}{3}(8+10)} = \frac{a}{6}$ liegen, folglich muß vor $\frac{1}{8}b$ ein $\frac{1}{2}a$ stehen, weil $6 + 2 = 8$ ist, also folgt das Zeichen

$$\frac{c}{8} : \frac{a}{2} : \frac{b}{8} : \frac{a}{6} : \frac{b}{10} : \frac{a}{4} : \frac{b}{2} = \frac{c}{4} : a : \frac{b}{4} : \frac{a}{3} : \frac{b}{5} : \frac{a}{2} : b.$$

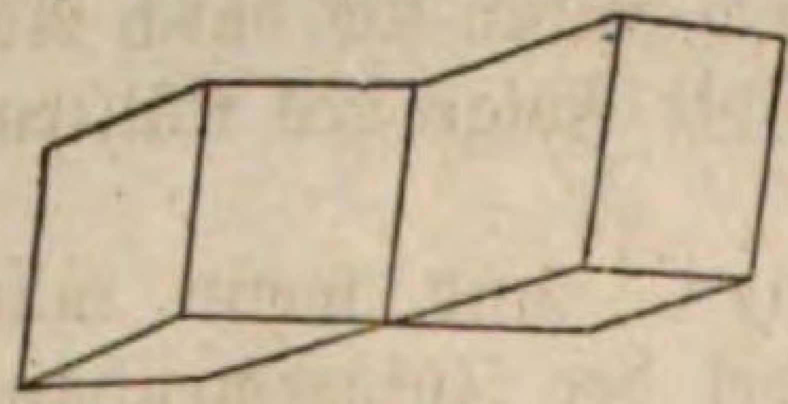
Für $e_2 = (P-1)^3$ ist $n = -1$ und $m = 3$, also $\frac{1}{2}(-2)^{-1} c = -\frac{1}{4}c$, daher ist der Dreikantner $\frac{1}{4}c : \frac{1}{8}b : \frac{1}{10}b$ zweiter Ordnung. Auf dieses Vorzeichen muß man deßhalb sehr achten. Wenn also $n = o$ ist, wie in den Zeichen $(P)^3 = \frac{1}{2}c : \frac{1}{8}b : \frac{1}{10}b$, so muß die Ordnung noch durch ein besonderes Vorzeichen angedeutet werden, es ist daher $-(P)^3$ der Gegendreikantner von denselben Axenausdrücken.

Zwillinge.

Nimmt man zwei gleiche dreigliedrige Oktaeder pag. 24 und legt sie mit ihrem gleichseitigen Dreieck auf einander, so gibt das das erste Hauptzwillingsgesetz. Die Rhomboeder haben in dieser Weise die Hauptaxe c gemein, und sind gegen einander um 60° im Azimuth verdreht. Beim Kalkspath sind die beiden Zwillingsindividuen über einander gewachsen: es korrespondiren dann beim Rhomboeder Flächen und Kanten an beiden Enden mit einander; beim Dreikantner die stumpfen mit den stumpfen, die scharfen mit den scharfen Endkanten. In den meisten Fällen verrathen auch einspringende Winkel die Zwillingsgränze. Durchwachsen sich die Rhomboeder, so stehen die Zickzackkanten des einen über die Flächen des andern hervor, die Kanten werden im Verhältniß 1 : 1 : 2 geschnitten, und das gemeinsame Kernstück ist ein Dihexaeder. Würden sich zwei Dreikantner durchwachsen (Dreikantner und Gegendreikantner), so entstünde ein 6+6 Kantner. Legen wir obige dreigliedrigen Oktaeder mit ihren gleichschenkligen Dreiecken an einander, so kommt das 2te Zwillings-



gesetz. Man kann auch zwei gleiche Rhomboeder nehmen. Legt man diese mit ihren Endkanten in symmetrischer Lage aneinander, so sind nur zwei Stellungen möglich: entweder liegen sie einander parallel, oder um 180° gegen einander verdreht (man sagt umgekehrt). Letztere eindeutige Stellung gibt den Zwilling. Gewöhnlich sind beide Rhomboeder verkürzt, man darf daher nur ein Rhomboeder parallel der Fläche des nächsten stumpfern Rhomboeders halbiren, und beide Stücke auf der Halbirungsebene um 180° gegen einander verdrehen, so ist der Zwilling fertig. Es wird dadurch im Krystall eine zweigliedrige Ordnung hergestellt. Das steht in auffallender Analogie mit dem Zwilling des viergliedrigen Systems, der auch eine zwei- und eingliedrige Ordnung erzeugt, nur ist statt der Schiefendfläche ein Augitartiges Paar auf der gemeinsamen Säule pag. 76. Oft wiederholen sich zahllose Platten über einander, die ungeraden gehören dem einen, die geraden dem andern Individuum an. Kalkspath liefert ein gutes Beispiel. Das dihexaedrische System ist weniger zu Zwillingsbildungen geneigt. Das erste Hauptgesetz kann hier gar keinen Zwilling geben, weil die Sextanten durch die Flächen schon gleichmäßig ausgefüllt sind. Nur wenn, wie bei manchen Quarzen, die abwechselnden Dihexaederflächen glänzend und matt sind, entstehen jene höchst eigenthümlichen Quarzzwillinge. Siehe Quarz.



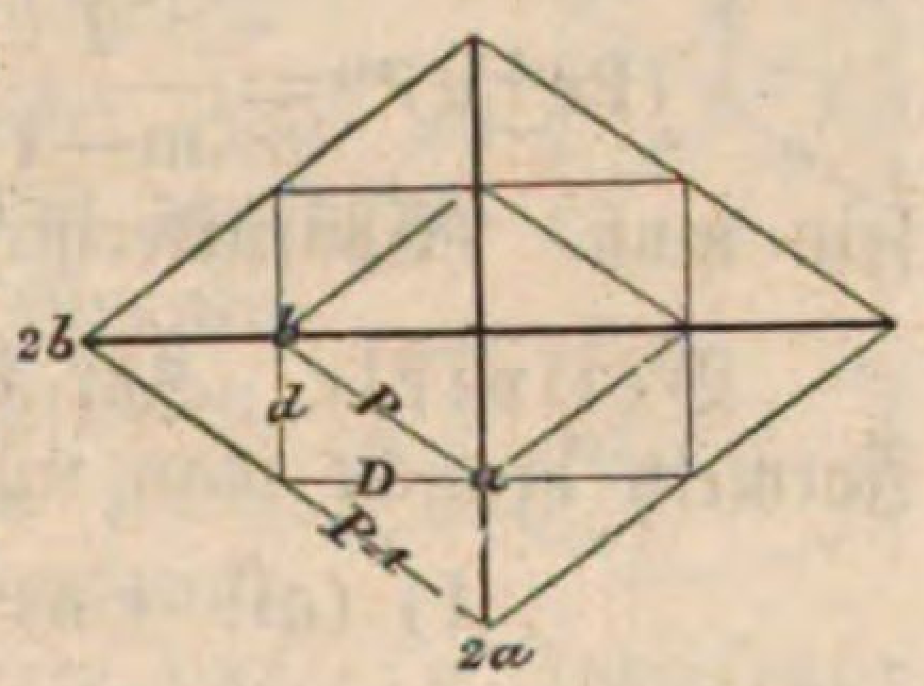


Zweigliedriges System.

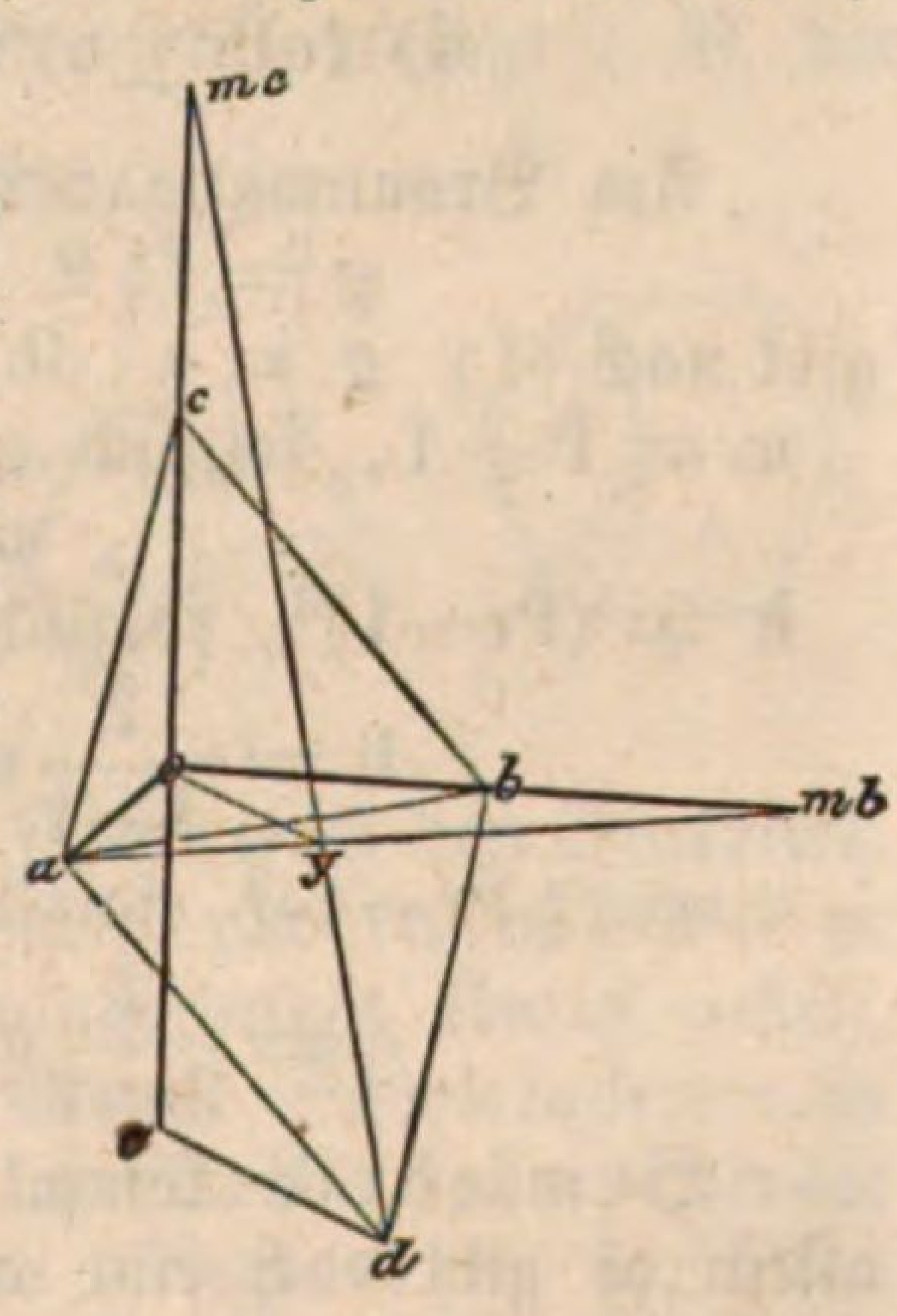
Prismatisches oder orthotypes S. Mohs, rhombisches S. Naumann.

Es hat drei ungleiche rechtwinklige Axen abc, daher auch einundeinariges System genannt. c wird immer aufrecht gedacht und Hauptaxe genannt, während von den Nebenaxen a uns zugekehrt von vorn nach hinten und b von links nach rechts geht. Es ist hier nur von geringem Nutzen, aus dem regulären System die Körper abzuleiten, da wir es zu keiner vielseitigern Form, als zum Oktaeder $a : b : c$ pag. 23 bringen. Mögen wir die Axen auch schneiden, wie wir wollen, das allgemeinste Zeichen $ma : nb : c$ kann nur mit vier Linien projicirt werden. Allen Oktaedern ist ein einziges rechtwinkliges Heraid gemein: $c : \infty a : \infty b$, $b : \infty a : \infty c$ und $a : \infty b : \infty c$, es sind die dreierlei Flächen, welche die 2+2kantigen Ecken abstumpfen. Nur diese drei Eins sind im Systeme möglich. Dagegen hat jedes Oktaeder drei ihm zugehörige Paare, von denen nur eins verschiedenen Oktaedern gemeinsam sein kann. Jedes dieser Paare bildet eine rhombische Säule, deren Kante einer der drei Axen parallel geht, daher muß es drei Systeme von Paaren geben: 1stes System geht der Axe c parallel, also $a : nb : \infty c$, und darunter bildet $a : b : \infty c$ die Säule, von der man ausgeht; das 2te System geht der b parallel, also $c : ma : \infty b$, und ist auf die vordere (stumpfe) Säulenkante gerade aufgesetzt. Haben wir also ein Oktaeder $a : b : c$, so bilden $a : b : \infty c$, $a : c : \infty b$ und $b : c : \infty a$ die drei zugehörigen Paare, die für sich ein zweigliedriges Dodekaid pag. 38 mit dreierlei Parallelogrammen geben. Je zwei Paare davon bilden ein Oblongoktaeder pag. 24. Wir bringen es also blos zu drei einzelnen Flächen, drei Systemen von Paaren (Säulen) und zahlreichen Oktaedern.

Das **allgemeine Symbol** einer Fläche könnte man man oder nbm schreiben, wo dort am Ende b und hier a nachgelassen gedacht würde, c stets $= 1$ gesetzt. Naumann und die Schüler von Mohs bezeichnen das Hauptoktaeder mit einem Buchstaben z. B. P (Pyramide), ein Zeichen $mP = mc : a : b$, und $\infty P = \infty c : a : b$. Ist nun eine solche mP festgestellt, so verlängern sie die b (Macrodiagonale) bis nb, und zeigen dieß durch einen Querstrich über P an, also $m\bar{P}n = mc : nb : a$. Das andere Mal denken sie die a (Brachydiagonale) bis na verlängert, und zeigen das durch ein Häckchen über P an, also $m\breve{P}n = mc : na : b$. Freilich vergißt man die Bedeutung des Häckchens und Striches immer wieder, daher wäre es zu wünschen, man verließe eine solche Bezeichnung ganz. Noch ungleich gesuchter ist die Mohs'sche Weise: dieser geht auch vom Grundoktaeder $P = a : b : c$ aus, denkt sich dann als nächstes stumpferes das zugehörige Oblongoktaeder d und D, und schreibt um dieses wieder ein Oktaeder $2a : 2b : c$, dem er das Symbol $P - 1$ gibt, dann muß $P - 2 = 4a : 4b : c = a : b : 2^{-2}c$, und $P \pm n = a : b : 2^{\pm n}c$ sein. Die Paare bezeichnet er mit $Pr =$ Prisma, so daß $\bar{P}r \pm n = a : \infty b : 2^{\pm n}c$ und $\breve{P}r \pm n = b : \infty a : 2^{\pm n}c$ die zwei zugehörigen Paare zum Oktaeder $P \pm n$ bilden.



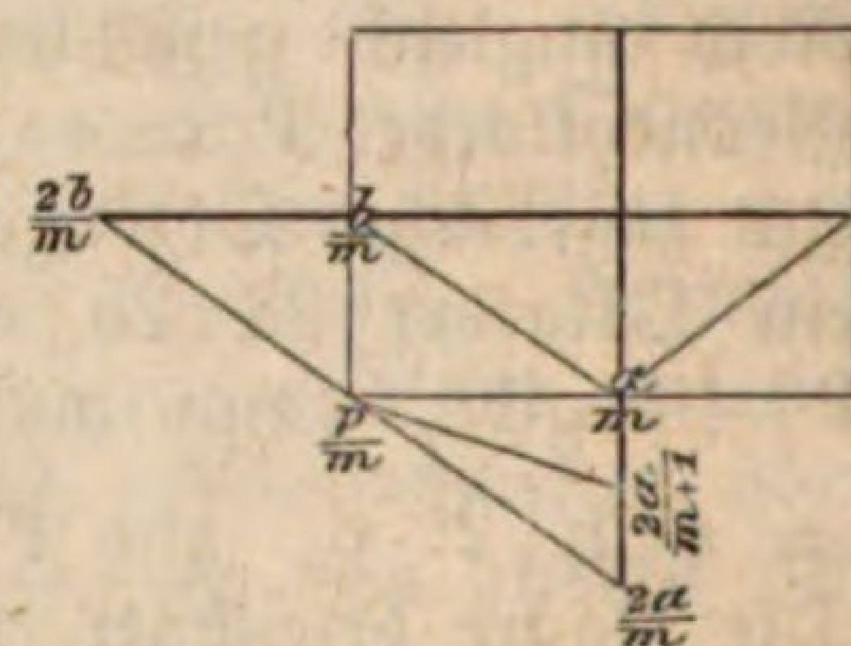
Zur Ableitung weiterer Oktaeder verfährt nun Mohs ganz wie beim viergliedrigen System pag. 75. Es sei eine allgemeine Oktaederfläche abc gegeben, wir construiren das Parallelogramm cadb, so ist c'd die digonale Zwischenaxe. Verlängert man nun die Axe oc bis mc, und zieht von diesem Punkte aus nach d, so muß die Linie mc : d die Axenebene aob in einem Punkt y treffen, der durch die Proportion $c'd : yo = (m+1)c : mc$ bestimmt werden kann. Es ist aber c'd gleich der digonalen Zwischenaxe d, folglich $y = \frac{m}{m+1} d$. y ist aber ein Kantenzonenpunkt, ziehen wir daher eine Linie von a nach $\frac{m}{m+1}$, so muß diese die Axe b in mb schneiden. Denn setzen wir den gesuchten Schnitt in $b = \frac{b}{x}$, so muß $x + 1 = \frac{m+1}{m}$, oder $x = \frac{1}{m}$ sein.



Das abgeleitete Oktaeder hat also den Ausdruck $a : mb : mc = (\bar{P})m$. Ganz auf dieselbe Weise finden wir das andere Oktaeder $ma : b : mc = (\breve{P})m$, weil dort die lange und hier die kurze Nebenaxe verlängert ist. Hätten wir statt des Oktaeders P ein Oktaeder $P \pm n$ gewählt, so wäre $(\bar{P} \pm n)^m = a : mb : 2^{\pm n}mc$ und $(\breve{P} \pm n)^m = ma : b : 2^{\pm n}mc$ (Charakter. pag. 33). Mohs geht aber noch weiter, er leitet auch aus den Kanten der Oblongoktaeder andere Oktaeder ab. Haben wir demnach zwei Paare

$$\bar{P}r \pm n = a : \infty b : 2^{\pm n} c \text{ und } \breve{P}r \pm n = b : \infty a : 2^{\pm n} c,$$

und nehmen wir $2^{\pm n} c$ als die Axeneinheit c, so werden die Endkanten dieses Oblongoktaeders in der Kantenzone $a + b$ liegen. Jetzt verlängern wir $2^{\pm n} c$ um mmal, so müssen die Projektionslinien dieser Flächen durch $\frac{a}{m}$ und $\frac{b}{m}$ gehen für die aufrechte Axe $2^{\pm n} c$. Ziehen wir die Oktaederfläche $\frac{2a}{m} : \frac{2b}{m}$, so muß die Linie $\frac{2a}{m+1}$ zwischen $\frac{a}{m}$ und $\frac{2a}{m}$ gelegen die Axe b in $\frac{2b}{m-1}$ schneiden, weil $\frac{m+1}{2} + \frac{m-1}{2} = m$ sein muß, nach dem bekannten Kantenzonengesetz, so daß ein Zeichen



$$(\bar{P}r \pm n)^m = \frac{2}{m+1} a : \frac{2}{m-1} b : 2^{\pm n} c, \text{ und}$$

$$(\breve{P}r \pm n)^m = \frac{2}{m-1} a : \frac{2}{m+1} b : 2^{\pm n} c$$

sein muß. (Charakteristik pag. 35.)

Beispiele. Zur Uebertragung der Mohs'schen in die Weiß'schen Formeln braucht man nur folgende 4 allgemeinste Ausdrücke:

1) $(q\bar{P} \pm n)^m = a : mb : mq2^{\pm n} c.$

2) $(q\breve{P} \pm n)^m = ma : b : mq2^{\pm n} c.$

3) $(q\bar{P}r \pm n)^m = \frac{2}{m+1} a : \frac{2}{m-1} b : q2^{\pm n} c.$

4) $(q\breve{P}r \pm n)^m = \frac{2}{m-1} a : \frac{2}{m+1} b : q2^{\pm n} c.$

Am Braunmanganerz (Pogg. Ann. 7. 225) ist

$g = (\frac{4}{5}\bar{P} - 2)^3$, folgl. $q = \frac{4}{5}$, $n = -2$, $m = 3$,

gibt nach (1) $g = a : 3b : 3 \cdot \frac{4}{5} \cdot 2^{-2} c = a : 3b : c.$

$m = P + 1$, folglich $q = m = m = 1$, deshalb geben Formel (1 u. 2) $m = a : b : 2c.$

$h = (\bar{P}r - 1)^3$, folglich in Formel (3) $q = 1$, $n = -1$, $m = 3$, gibt

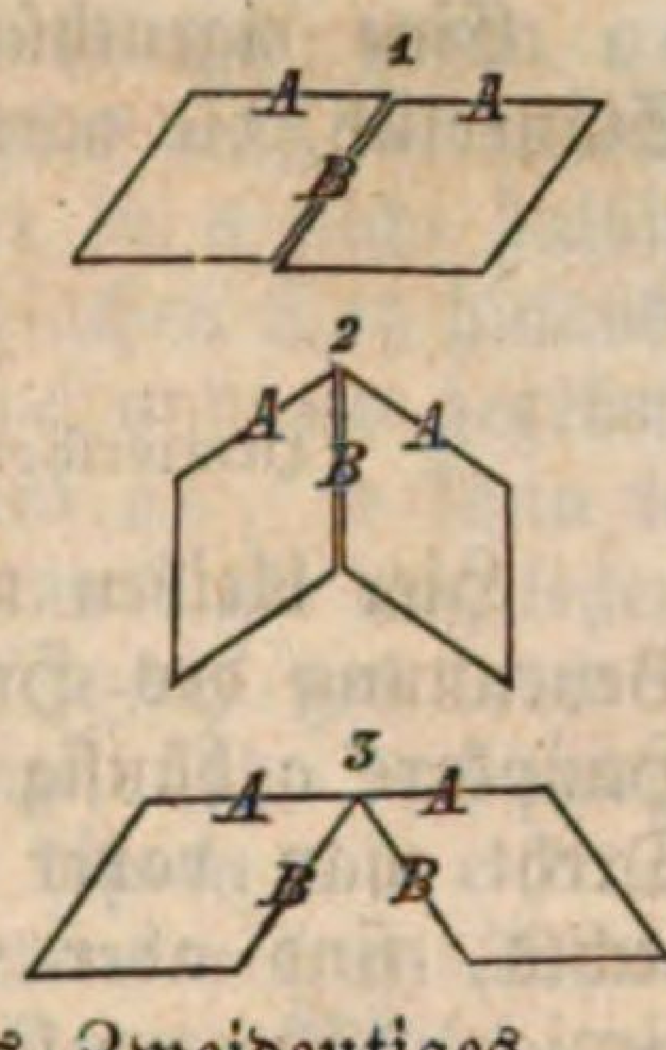
$$h = \frac{2}{3+1} a : \frac{2}{3-1} b : 2^{-1} c = \tfrac{1}{2} a : b : \tfrac{1}{2} c.$$

$c = (\frac{6}{5}\breve{P}r - 1)^3$, folglich in Formel (4) $q = \frac{6}{5}$, $n = -1$, $m = 3$, gibt

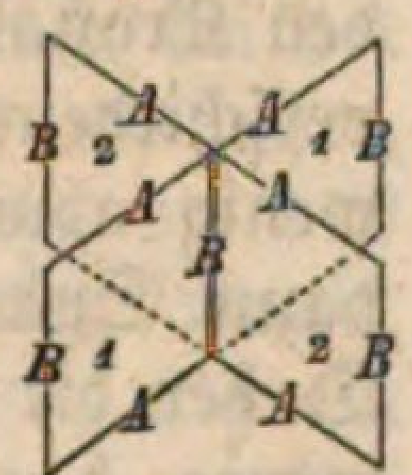
$$c = \frac{2}{3-1} a : \frac{2}{3+1} b : \tfrac{6}{5} \cdot 2^{-1} c = a : \tfrac{1}{2} b : \tfrac{3}{5} c.$$

Hemiedrie kommt zwar selten im zweigliedrigen Systeme vor, allein es gibt doch eine ausgezeichnete tetraedrische beim weinsteinsauren Kali (Weinstein, Tartarus), Haidinger nennt die zweigliedrigen Tetraeder pag. 23 daher Tartaroide, Naumann Rhombische Sphenoide. Vergleiche auch Zinkvitriol, Bittersalz, Braunmanganerz 2c. Pyritoedrische kann nicht vorkommen, weil überhaupt nur Paare parallel einer der Axen gehen.

Zwillinge spielen eine sehr ausgezeichnete Rolle, sie richten sich gewöhnlich nach den rhombischen Säulen: die Krystalle haben irgend eine Säulenfläche gemein, und liegen umgekehrt, sie wachsen in dieser Stellung entweder aneinander, oder durcheinander. Man macht

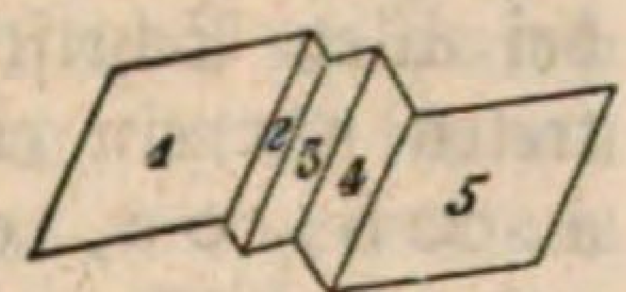


sich am leichtesten die Sache mit zwei einfachen rhombischen Säulen klar: Im Falle 1 liegen beide parallel nebeneinander, und das ist kein Zwilling; im 2ten Falle haben sie B gemein, und A liegt umgekehrt, oder man sagt auch, das eine Individuum sei um das andere um 180° verdreht; im dritten Falle haben sie A gemein, d. h. dieselben spiegeln, und die B liegen umgekehrt. Da aber im zweigliedrigen System A = B ist, so sind die Fälle 2 und 3 nicht von einander verschieden. Weil außer der parallelen Lage für jedes Individuum nur eine einzige symmetrische möglich ist, so liegt in der Ausdrucksweise „umgekehrt" nichts Zweideutiges.

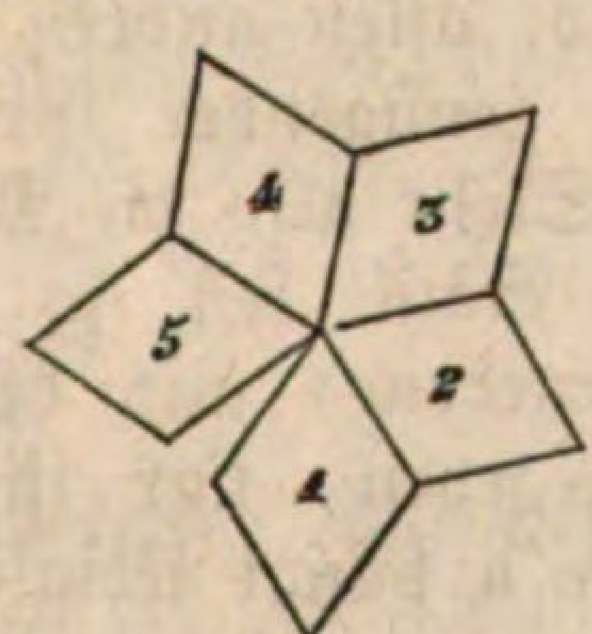


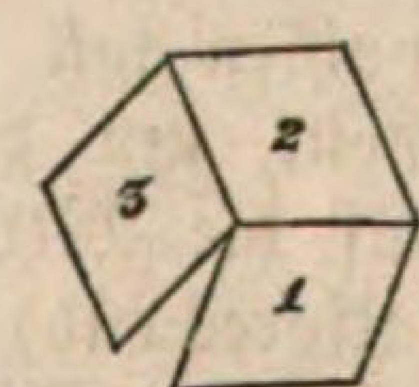
Wachsen die Individuen in ihrer Zwillingsstellung durch einander, so fallen die Unterscheidungsmerkmale der beiden Fälle ganz weg, es ist ein und dasselbe Zwillingsgesetz.

Häufig reihen sich die Individuen in großer Zahl an einander, aber so daß die ungerader Zahl 1357 denen gerader Zahl 246 parallel gehen. Es sind im Grunde nur zwei Individuen, welche sich in einander schränken. Nicht selten verengen sich die zwischenliegenden stark, sind oft so fein, daß sie nur an Streifungen erkannt werden, und zu der Meinung verleiten, man habe nur ein Individuum vor sich. Der Arragonit liefert vortreffliche Beispiele.



Drillinge bilden nur eine einfache Fortsetzung des Hauptgesetzes, und es hängt lediglich von der Größe des Säulenwinkels ab, wie viele sich um einen Punkt schaaren können. Beim Arragonit beträgt z. B. der Säulenwinkel 116° und 64°: schaaren sich also mit dem stumpfen Winkel drei Individuen, so bleibt noch ein Raum von 360 — 3 · 116 = 12°, in welches kein vollständiges viertes mehr geht; mit dem scharfen Winkel können sich dagegen 5 an einander legen, und es bleibt noch ein Raum von 360 — 5 · 64 = 40°, in welchen kein vollständiges sechstes hinein paßt. Siehe noch den Binarkies. Uebrigens brauchen die Individuen sich nicht blos um einen Punkt zu legen, sondern jedes kann wieder zu neuen Anlagerungen Anlaß geben, sie durchwachsen sich, und legen uns so eine Menge Schwierigkeiten in den Weg, die wir nicht immer zu durchschauen im Stande sind. Beträgt der stumpfe Säulenwinkel 120°, oder kommt er diesem nahe, so füllen drei Individuen mit ihren stumpfen Winkeln den Raum vollkommen aus, und verwischen sich die Zwillingsgränzen, so entsteht dann eine reguläre sechsseitige Säule, und eine vollständige sechsgliedrige Entwickelung des Systems. So ist es z. B. beim Silberkupferglanz, Arsenikkies, Chrysoberyll. Es wird dann auch hier durch den Drilling eine höhere Symmetrie hingestellt. Selten kommt es bei einem Systeme vor, daß sich nach verschiedenen Säulen Zwillingsverwachsungen zeigen, wie z. B. beim Arsenikkies und Binarkies.



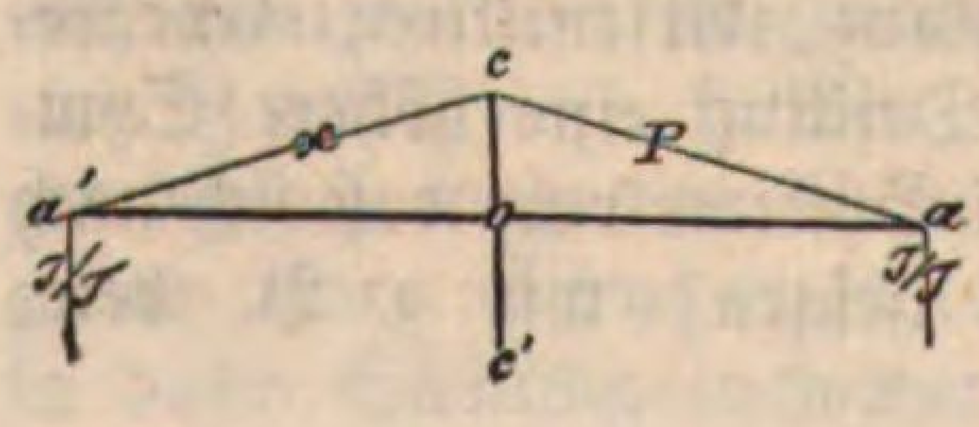


Eine eigenthümliche Bewandtniß hat es mit dem Kreuzstein und Staurolith, die dort nachzusehen sind.

Zwei- und eingliedriges System.

Hemiorthotypes S. Mohs, Monoklinoedrisches S. Naumann.

Hier bleiben nur noch Paare und Einzelflächen, daher die passende Benennung des Hrn. Prof. Weiß. Wie wir pag. 29 sahen, steht die Hauptaxe c häufig etwas schief gegen a, aber noch rechtwinklig auf b. Dreht man daher die Krystalle um die Axe b, so bleiben sie links wie rechts, sind aber vorn anders als hinten. Insofern ist die Richtung b einzig, dagegen können die Axen a und c in der Axenebene ac, welche den Krystall symmetrisch halbirt, verschieden gewählt werden. Unter diesen verschiedenen finden sich aber gewöhnlich zwei, welche vom senkrechten nur wenig abweichen, und diese wählte Hr. Prof. Weiß zuerst als Axen, bis dann Spätere davon abwichen, und ganz schiefe an ihre Stelle setzten. Daher die Verschiedenheit der Darstellung, welche das Verständniß nicht wenig hemmt. Die Medianebene $b : \infty a : \infty c$ (Längsfläche) steht bei allen Schriftstellern fest, und sämmtliche gegen sie senkrechte Flächen treten nur ein einziges Mal auf, sie gehen der b parallel. Dazu gehören $a : \infty b : \infty c$, $c : \infty a : \infty b$, die vordern Schiefendflächen $c : ma : \infty b$ und die hintern Gegenflächen $c : ma' : \infty b$. Alles was die Medianebene unter schiefen Winkeln schneidet, also symmetrisch dagegen liegt, tritt doppelt auf, bildet augitartige Paare (kurz Augitpaare). Nur eines dieser Paar-Systeme geht der Hauptaxe parallel, daraus wird die Säule $a : b : \infty c$ genommen, von der man gewöhnlich ausgeht. Auch in der Wahl der Säule weichen die Schriftsteller selten von einander ab, weil in der Regel dieselbe sich vor allen andern Augitpaaren ausdehnt, doch liegt im Allgemeinen kein genügender Grund vor, welches Paar man zur Säule wählen soll. Steht also die Medianebene, welche den Krystall symmetrisch theilt, und die Säule fest, so ist damit die Richtung der Axe b (senkrecht auf die Medianebene) und der Axe c (der Säulenkante von $a : b : \infty c$ entsprechend) gegeben, nur in der dritten a ist noch verschiedene Wahl möglich. Diese a hängt lediglich von den Schnitten ab, in welchen die Schiefendflächen und Augitpaare die Medianebene treffen. Wir dürfen daher die Schnitte nur auf der Medianebene ziehen, um von der Sache eine klare Vorstellung zu gewinnen. Wählen wir als Beispiel den Feldspath. Derselbe bildet eine geschobene Säule $T/T = a : b : \infty c$, deren Kante der Richtung von cc' entspricht; der zweite Blätterbruch $M = b : \infty a : \infty c$ stumpft die scharfe Säulenkante gerade ab, folglich steht Axe b senkrecht auf M und Axe c. Die Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ entspricht dem ersten Blätterbruch und ist vorn, die hintere Gegenfläche $x = a' : c : \infty b$ ist hinten auf die stumpfe Säulenkante gerade aufgesetzt. Macht man sich nun den Aufriß in der Medianebene M, so muß die Axe cc' der Säulenkante T/T parallel gehen. Die Linien P und x sind die Schnitte der Endflächen mit der Medianebene, durch Rechnung findet man ihre Neigung gegen die Axe c pag. 61: P zu c macht $63^0\,53'$ und x zu c $65^0\,47'$.



Wären beide Neigungen gegen Axe c gleich, so würde aa′ gegen cc′ senkrecht gezogen im Punkte o halbirt werden. Jetzt aber muß der Winkel aoc etwas größer sein als coa′, sonst kann die Linie in o nicht halbirt sein. Das ganze Problem läuft also auf folgenden einfachen Satz hinaus: sind mir in der Medianebene zwei beliebige Linien ac und a′c gegeben, und ziehe ich im Winkel aca′ eine beliebige Hauptaxe cc′, so kann ich durch einen beliebigen Punkt o eine Axe aa′ d. h. eine Linie aa′ legen, die in o halbirt wird. Naumann wählt beim Feldspath das vordere Augitpaar m, und das hintere o, deren Mediankanten sehr verschieden gegen die Hauptaxe geneigt sind, weßhalb die Axe a hinten mit c einen Winkel von 63° 53′ macht, also um 26° 7′ von einem rechten Winkel abweicht, während unsere Axenwahl hinten mit einem Winkel von 88° 50′ nur um 1° 10′ vom rechten abweicht. Nun werden zwar bei der Naumann'schen Axenwahl die Ausdrücke der Flächen etwas einfacher, weil die Schiefendfläche P zur Basis c : ∞a : ∞b wird, allein da das Feldspathsystem ganz die gleiche Entwickelung wie Hornblende, Augit, Epidot zeigt, wo die Weiß'schen Axen, wenn etwa, so doch nur um ein Minimum von der Rechtwinkligkeit abweichen, so wird man den großen Vortheil, den rechte Winkel gewähren, nicht gegen die vagen schiefwinkligen aufgeben wollen. Denn vag sind die schiefwinkligen, weil ich mit demselben Rechte und Vortheil auch ganz andere als Naumann genommen haben könnte, während die Weiß'sche Wahl nur ein einziges Mal getroffen werden kann, und insofern etwas Zwingendes hat. Von der Priorität und den zahllosen lehrreichen Beziehungen gar nicht zu reden, welche Hr. Prof. Weiß gerade im Feldspath mit so viel Genialität uns dargelegt hat.

Mohs nennt, wie wir pag. 29 sahen, den Winkel, welchen das Perpendikel von c auf a gefällt mit der Axe c macht, die Abweichung. Das ist nun zwar ganz gegen die gewöhnliche Vorstellung, es ist aber glücklicher Weise die gleiche Winkelgröße, um welche der Axenwinkel ac von einem rechten abweicht. Naumann nennt das 2+1gliedrige Oktaeder mit 2 Augitpaaren, klinometrische Pyramide ±P, —P bezeichnet das vordere und +P das hintere Paar. Man sollte hier auch wieder nach Vorgängen von Hauy und Weiß die umgekehrte Bezeichnung erwarten. +mP = mc : a′ : b, und —mP = mc : a : b; +mPn = mc : a′ : nb, —mPn = mc : a : nb; +(mPn) = mc : na′ : b und —(mPn) = mc : na : b. Die Axen abc sind hier wie bei Weiß gedacht, nur mit dem Naumann'schen Axenwinkel ac. Wollen wir es daher auf die Weiß'schen Zeichen zurückführen, so müssen wir uns in den einzelnen Fällen eine Projektion entwerfen, und darauf irgend einem Oktaeder, aus welchem man deduciren kann, die Weiß'schen Axen unterlegen, woraus dann die andern Zeichen von selbst folgen, und umgekehrt. Beispiele siehe beim Feldspath, Titanit.

Zwillinge. Das Hauptgesetz beruht darauf, daß die Zwillinge die zweigliedrige Symmetrie herstellen: die Krystalle haben also die Säule gemein und liegen mit ihren Enden umgekehrt. Es spiegelt dann Alles ein, was in der Säulenzone liegt, namentlich auch die Medianebene beider Individuen, und es ist dabei gleichgültig, ob die Individuen durch einander wachsen, oder sich mit dieser oder jener Fläche aus der Säulenzone an

einander legen. Feldspath, Hornblende, Augit, Gyps. Beim Gyps spielt auch öfter ein Augitpaar nebst der Medianebene ein (linsenförmige Krystalle von Mont Martre). Zuweilen haben die Individuen eine der Schiefendflächen gemein (Epidot, Cyanit, Titanit), es spielt dann aber immer noch die Medianebene ein. Blos bei dem Bavenoer Zwillingsgesetz des Feldspaths spielt die Medianebene nicht ein, diese Verwachsungen haben aber immer eine Neigung zur Vierlingsbildung, wodurch sogar eine viergliedrige Ordnung erreicht wird. Siehe Feldspath, Schwefel.

Eingliedriges System.

Anorthotypes S. Mohs, Diklino- und Triklinoedrisches Naumann.

Hier bleibt nun keine Fläche der andern mehr gleich, und wir müssen die Axen mit a a′ b b′ auszeichnen, um die Lage in den viererlei Oktanten ausdrücken zu können. Mit dem Worte „Fläche" ist Alles bezeichnet, und es bedarf nicht der überflüssigen Worte Tetartopyramiden, Hemidomen (Hemiprismen) ꝛc. Axinit und Kupfervitriol liefern die unsymmetrischsten Beispiele, wiewohl man erstern, weil M/P 90° 5′ bildet, als diklinometrisch nehmen könnte. Die eingliedrigen Feldspäthe (Albit, Labrador ꝛc.) haben durch ihre Analogie mit dem 2+1gliedrigen Kalifeldspath noch ein besonderes Interesse, da sie häufig als Zwillinge mit Wiederholung der Individuen vorkommen. Dieselben stellen zunächst eine 2+1gliedrige Ordnung her. Letztere Ordnung verwächst dann wieder nach den Zwillingsgesetzen des gewöhnlichen Feldspaths, so gelangen wir zuletzt zur zweigliedrigen, ja selbst viergliedrigen Ordnung. Die Substitution rechtwinkliger Hilfsaxen ist nicht mehr recht praktisch, und es scheint am besten, die Winkel mittelst Trigonometrie auszurechnen.

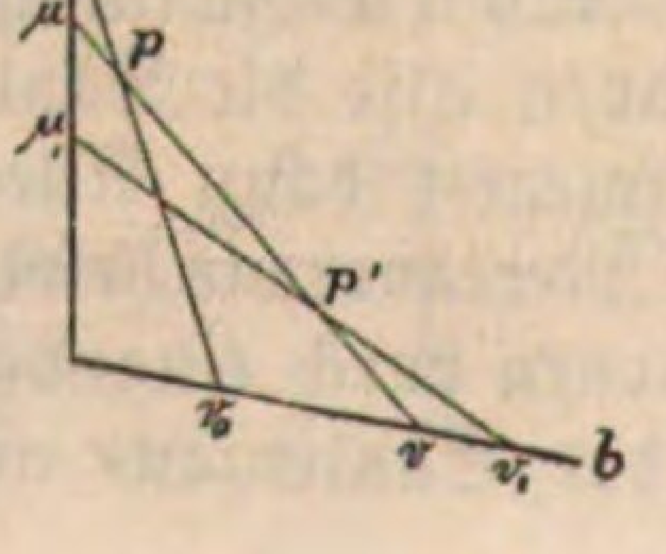
Hauy's Bezeichnungsweise.

Sie ist noch heute in Frankreich und England die gangbarste, und beruht auf der Eigenschaft, daß sämmtliche Kanten eines Krystalls von einer beliebigen Krystallfläche unter rationalen Verhältnissen geschnitten werden. Beweisen wir diesen Satz allgemein für rechtwinklige Axen.

Kantenschnittformel. Gegeben sei eine beliebige Linie $\mu a : \nu b$, diese werde von $\mu_0 a : \nu_0 b$ und $\mu_1 a : \nu_1 b$ in p und p_1 geschnitten, so ist

$$pp_1 = \frac{\mu\mu_0\nu_1\,(\nu_0 - \nu) + \mu_0\mu_1\nu\,(\nu_1 - \nu_0) + \mu\mu_1\nu_0\,(\nu - \nu_1)}{(\mu_0\nu - \mu\nu_0)\,(\mu_1\nu - \mu\nu_1)} \sqrt{\mu^2a^2 + \nu^2b^2}.$$

Denn es ist nach der Zonenpunktformel pag. 43



$$p = \frac{\mu\mu_0\,(\nu - \nu_0)}{\mu_0\nu - \mu\nu_0}\,a + \frac{\nu\nu_0\,(\mu_0 - \mu)}{\mu_0\nu - \mu\nu_0}\,b = ma + nb;$$

$$p_1 = \frac{\mu\mu_1\,(\nu - \nu_1)}{\mu_1\nu - \mu\nu_1}\,a + \frac{\nu\nu_1\,(\mu_1 - \mu)}{\mu_1\nu - \mu\nu_1}\,b = m_1a + \nu_1b.$$

$$pp_1 = \mu\nu - \mu p - \nu p_1; \quad \mu\nu = \sqrt{\mu^2a^2 + \nu^2b^2}.$$

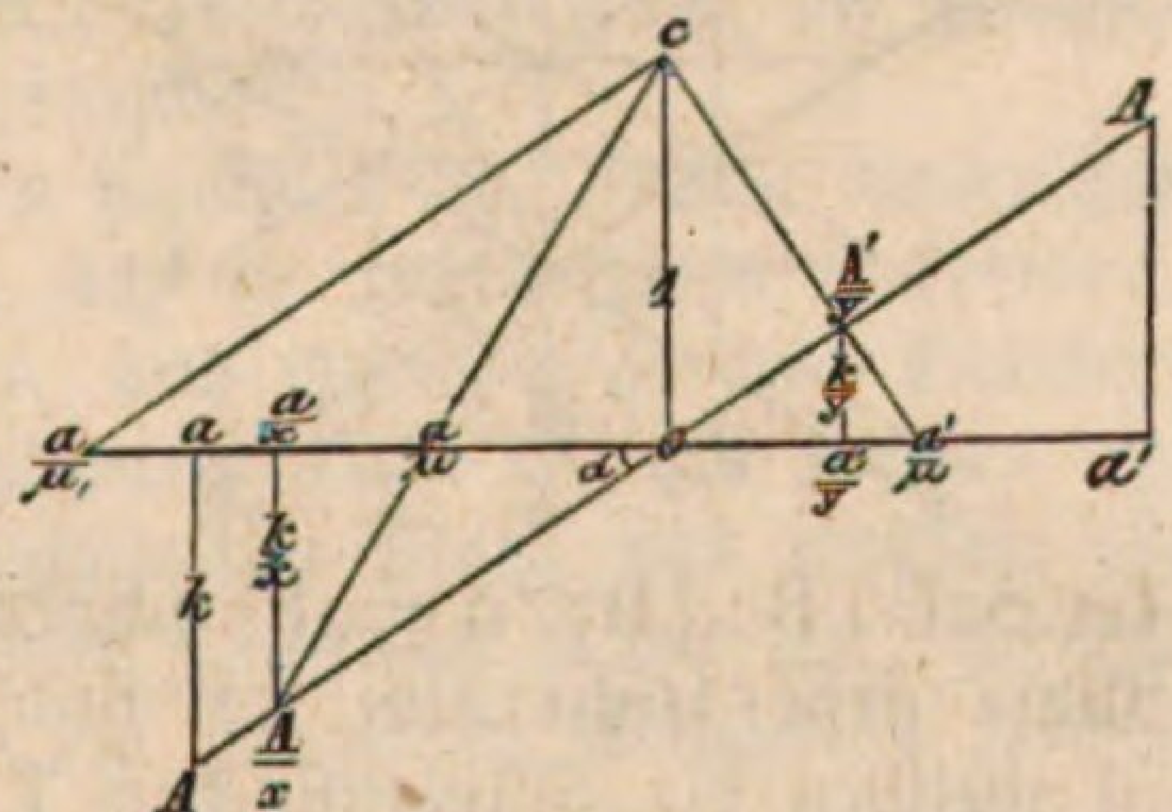
$$\mu p = \sqrt{n^2b^2 + (\mu - m)^2a^2} = \frac{\nu_0\,(\mu_0 - \mu)}{\mu_0\nu - \mu\nu_0}\sqrt{\mu^2a^2 + \nu^2b^2}.$$

$\nu p_1 = \sqrt{m_1{}^2 a^2 + (\nu - n)^2 b^2} = \frac{\mu_1 (\nu - \nu_1)}{\mu_1 \nu - \mu \nu_1} \sqrt{\mu^2 a^2 + \nu^2 b^2}$, woraus sich pp_1 wie oben ergibt. Es ist darin nur das Grundverhältniß $\mu\nu$ irrational, das Vorzeichen derselben rational.

Gewöhnlich braucht man die Formel in dieser Allgemeinheit nicht, sondern man setzt $\nu_0 = o$, dann fällt p mit dem Punkte μ zusammen, und $\mu p_1 = \frac{\nu_1 (\mu_1 - \mu)}{\mu_1 \nu - \mu \nu_1} \sqrt{\mu^2 a^2 + \nu^2 b^2}$. Setzen wir darin $\mu = \nu = 1$, $\nu_1 = -1$, so ist $\mu p_1 = \frac{1 - \mu_1}{1 + \mu_1} \sqrt{a^2 + b^2}$, der bekannte Satz über die Theilung des Dreiecks pag. 65. Diese rationalen Schnitte sind Folge der Deduktion.

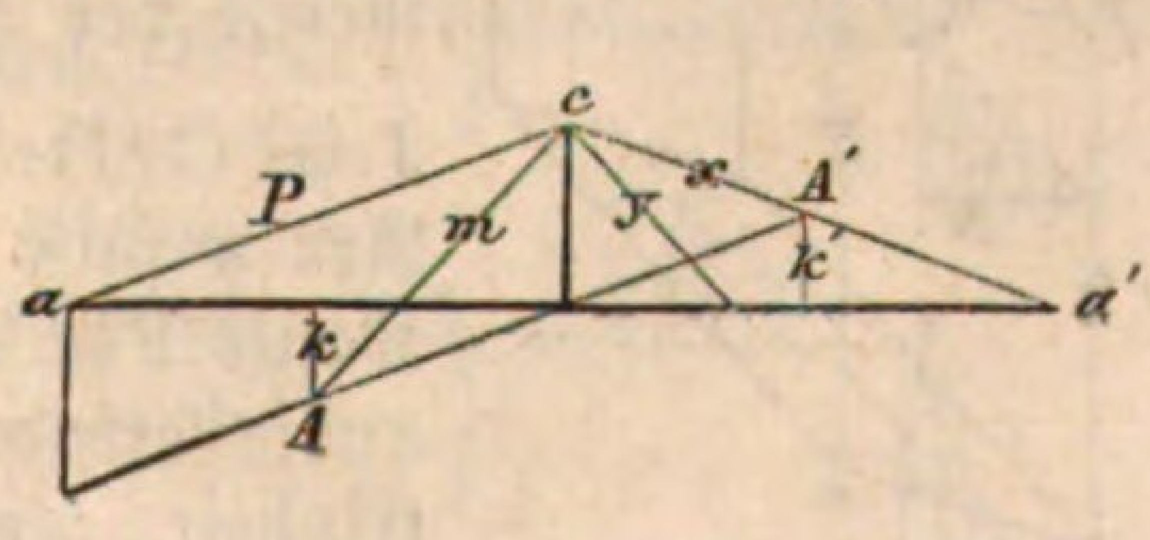
Nimmt man nun z. B. ein beliebiges Heraid, so wird das Oktaid die Kanten der Ecke unter irgend einem irrationalen Grundverhältniß A : B : C abstumpfen, jede andere deducirte Fläche muß diese irrationalen unter rationalen Verhältnissen schneiden. Die ganze Aufgabe läuft daher darauf hinaus, zu bestimmen, wie eine Fläche, die drei bekannte Kanten unter bekannten Verhältnissen schneidet, die den Kanten zugehörigen Aren schneidet. Zur Lösung bedient man sich mit Vortheil folgenden Satzes über die Vertauschung der Projektionsebene:

Wollen wir die Flächen eines Krystalls, die auf die Gradendfläche projicirt sind, auf eine beliebige andere Fläche projiciren, so legen wir die neue Projektionsebene durch den Mittelpunkt des Krystalls, und verfahren wie beim 2 + 1gliedrigen System



pag. 57. Soll die Kante $c : \frac{a}{\mu}$ auf die Fläche $c : \frac{a}{\mu_1}$ projicirt werden, so lege sie durch den Mittelpunkt o nach oA, ziehe k der Are c parallel, so ist $k = a \sin \alpha$, $\frac{k}{x} : \frac{a}{x} - \frac{a}{\mu} = 1 : \frac{a}{\mu}$; $x = \mu - k$, auf der Hinterseite $y = \mu + k$. Ebenso findet man in der Are b die $x = \nu \mp \lambda$. Eine Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ hat also in der neuen Projektionsebene $\frac{A}{\mu \mp k} : \frac{B}{\nu \mp \lambda}$, und umgekehrt eine Fläche $\frac{A}{\mu} : \frac{B}{\nu}$ wird $\frac{a}{\mu \pm k} : \frac{b}{\nu \pm \lambda}$.

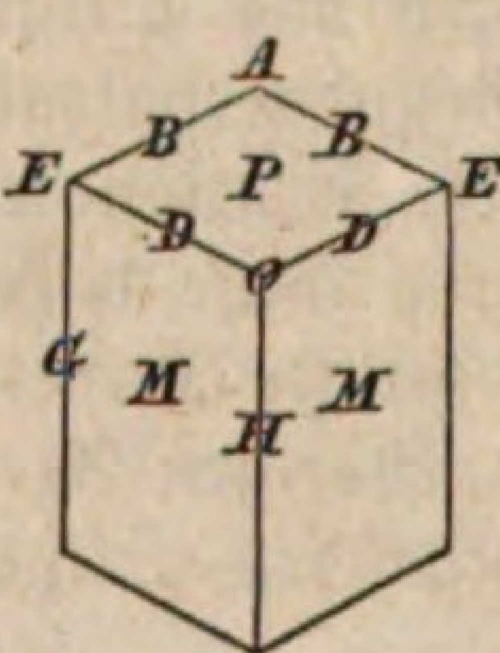
Beispiel. Feldspath. Naumann nimmt den Blätterbruch P als Basis, und setzt $o = + P = A' : B : C$,

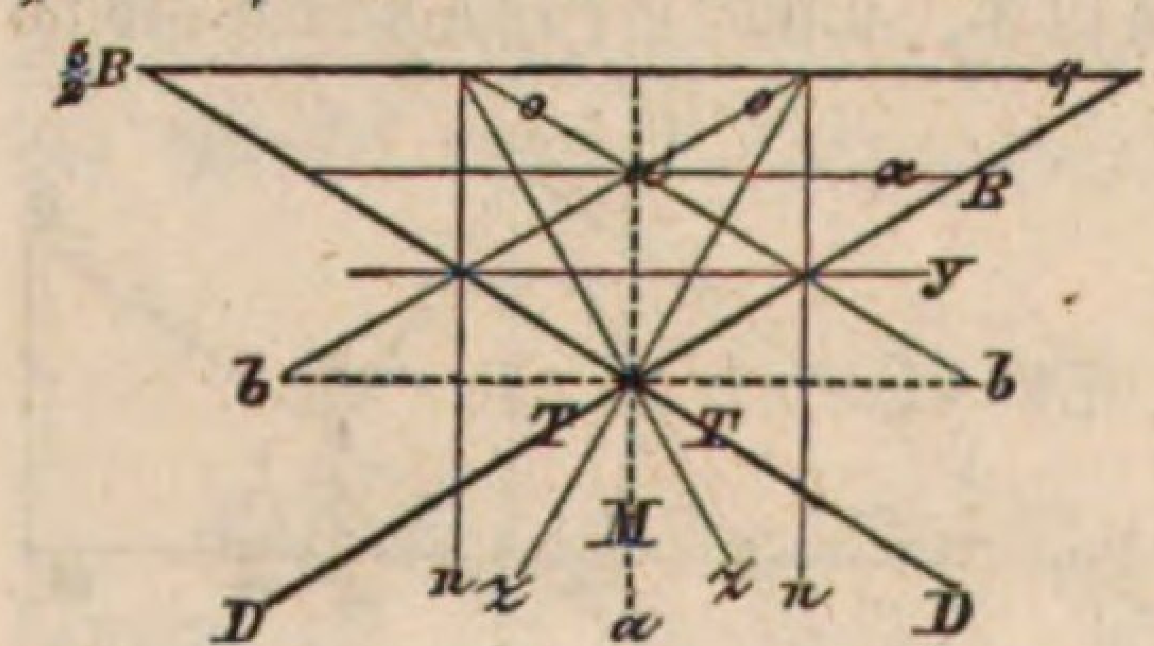


folglich ist $k = \frac{1}{2}$ und $o = \frac{a'}{1 - \frac{1}{2}} : b : c = 2a' : b : c$; $m = - P = A : B : C$, folglich $m = \frac{a}{1 + \frac{1}{2}} : b : c = \frac{2}{3}a : b : c$;

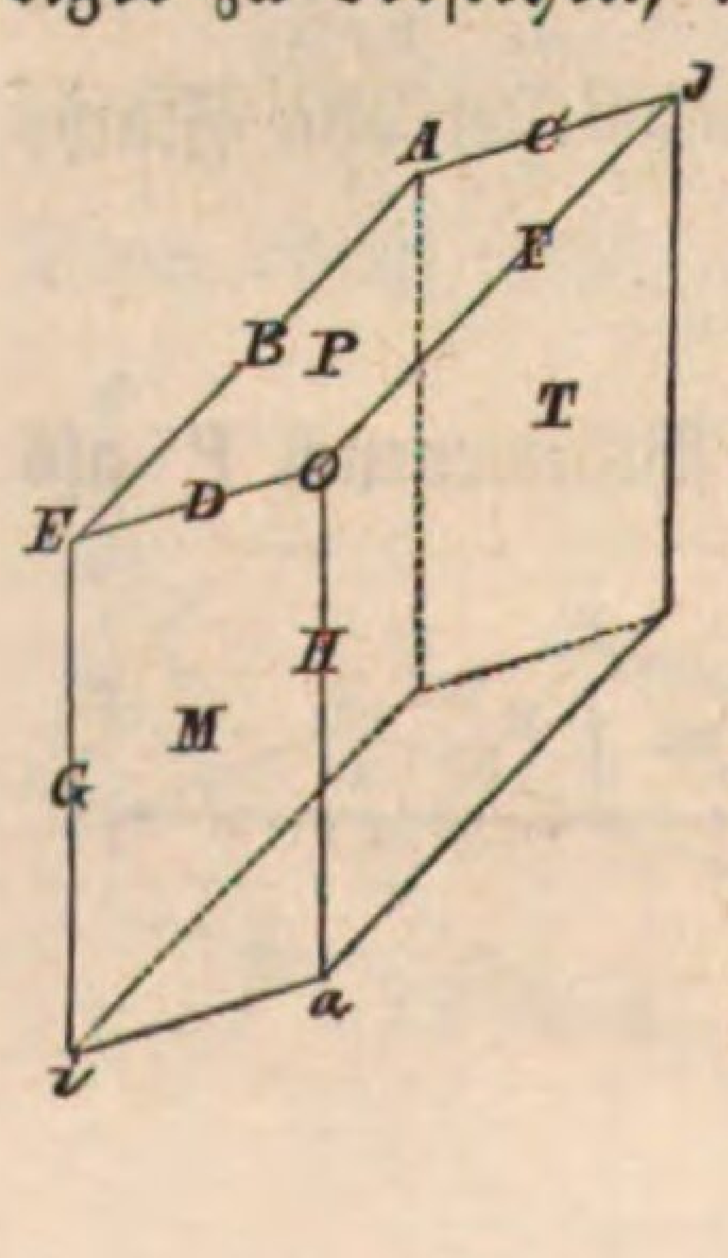
$n = (2P\infty) = C : \frac{1}{2}B : \infty A = \frac{a}{0 + \frac{1}{2}} : c : \frac{1}{2}b = 2a : c : \frac{1}{2}b$;
$x = P\infty = C : A' : \infty B$, folglich $x = \frac{a'}{1 - \frac{1}{2}} : c : \infty b = 2a' : c : \infty b$;
$y = 2P\infty = 2C : A' : \infty B = C : \frac{1}{2}A' : \infty B$, folglich $y = \frac{a'}{2 - \frac{1}{2}} : c : \infty b = \frac{2a'}{3} : c : \infty b$; $t = -2P\infty = 2C : A : \infty B = C : \frac{1}{2}A : \infty B$, folglich $t = \frac{a}{2 + \frac{1}{2}} : c : \infty b = \frac{2}{5}a : c : \infty b$; $P = 0P = C : \infty A : \infty B$, folglich $P = c : \frac{a}{0 + \frac{1}{2}} : \infty b = c : 2a : \infty b$. Daraus ist ersichtlich, daß C Naumann = c Weiß, B N. = $\frac{1}{2}$b W. und A N. = $\frac{1}{2}$a W., wodurch sich die bekannten Weiß'schen Axenausdrücke leicht ergeben.

Die neuern Franzosen und Engländer gehen beim Feldspath vom Hendyoeder MMP aus, und bezeichnen die Kanten und Ecken wie Hauy, aber mit kleinen Buchstaben. Der Uebelstand ist nur der, daß man leicht vergißt, auf welche Kantenschnitte ihr Symbol deute. Meist ist die aufrechte Kante G unserer Axe c entsprechend in der Einheit gedacht. Es bedeutet also a^1 den Kantenschnitt B : B : H in der Ecke A; $a^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}B : H$, $a^{\frac{3}{2}} = \frac{3}{2}B : \frac{3}{2}B : H$; $g^1 = B : D : \infty G$; $g^2 = D : \frac{1}{2}B : \infty G$ oder $\frac{1}{2}D : B : \infty G$, denn in diesen Zeichen der Säule ist keine Verwechselung möglich; $b^{\frac{1}{2}} = H : \frac{1}{2}B : \infty B$, $e^{\frac{1}{2}} = G : \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}D$ ꝛc. Um nun diese Ausdrücke auf Axen zu beziehen, dürfen wir nur das Hendyoeder auf P projiciren, wir bekommen dann sofort die Naumann'schen Axenausdrücke.





Denn in den Linien BD liegen jetzt die Kanten B und D, und in der aufrechten Axe c die G und H. Fläche $x = a^1$ schneidet B : B; $y = a^{\frac{1}{2}}$ schneidet $\frac{1}{2}B : \frac{1}{2}B$; $q = a^{\frac{3}{2}}$ schneidet $\frac{3}{2}B : \frac{3}{2}B$; $M = g^1$ hat Axe aa' zur Sektionslinie; $z = g^2$ schneidet $\infty C : B : \frac{1}{2}D$; $o = b^{\frac{1}{2}}$ schneidet $\frac{1}{2}B : \infty B$; $n = e^{\frac{1}{2}}$ schneidet $\frac{1}{2}B : \frac{1}{2}D$ ꝛc. Man sieht leicht ein, es sind statt der Axen a und b die Linien BD, in welchen die Säulenflächen T die P schneiden, genommen. Die Symbole empfehlen sich durch ihre Einfachheit, und sind mindestens nicht schwieriger zu verstehen, als die Symbole mehrerer deutschen Mineralogen. Ja wenn Einfachheit der Axen allein entscheiden würde, so müßte man diese unbedingt den Naumann'schen vorziehen.

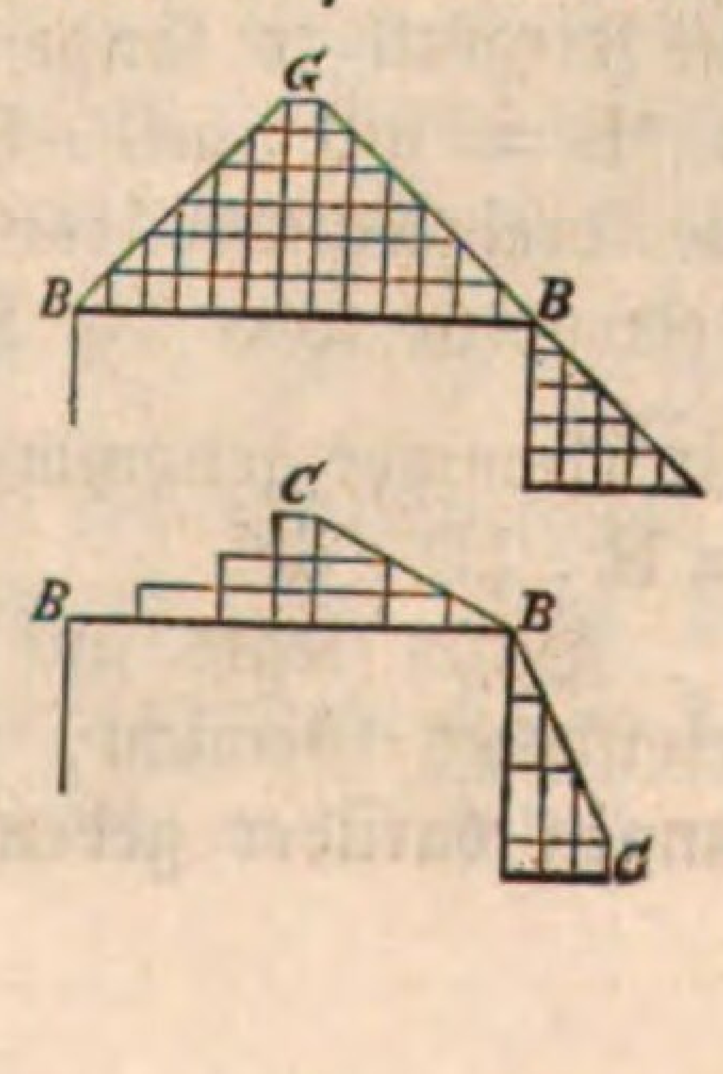


Hauy gieng übrigens nicht vom Hendyoeder, sondern von den drei Blätterbrüchen PMT aus, welche ein Henhenoeder bilden, machte aber auf die Symmetrie der Krystalle wohl aufmerksam. Fläche $y = \overset{1}{J} = C : F : G$, Axe c entspricht also den Kanten GH, Axe a fällt mit Kante PM zusammen, und nur die Kante PT, der Sektionslinie von T entsprechend, fällt außerhalb der dritten Axe. Hauy nahm also c als Einheit, $\frac{1}{2}$a für die Kantenlängen MP, und $\frac{1}{2}$B für

die von PT. Daher muß $x = \overset{2}{J} = G : 2C : 2F$ durch Axe a′ gehen; $q = \overset{3}{J} = G : 3C : 3F$ durch $\frac{3}{2}a'$; $n = \overset{1}{C} = G : F : \infty C$. Versteht man also das Zeichen, so ist durch einen bloßen Linienzug auf der Projektion die Aufgabe gelöst, mehr kann man nicht wünschen. Nur das Zeichen macht einige Schwierigkeiten. Doch sind wir es dem Gründer der Krystallographie schuldig, der Auseinandersetzung ein Wort zu widmen.

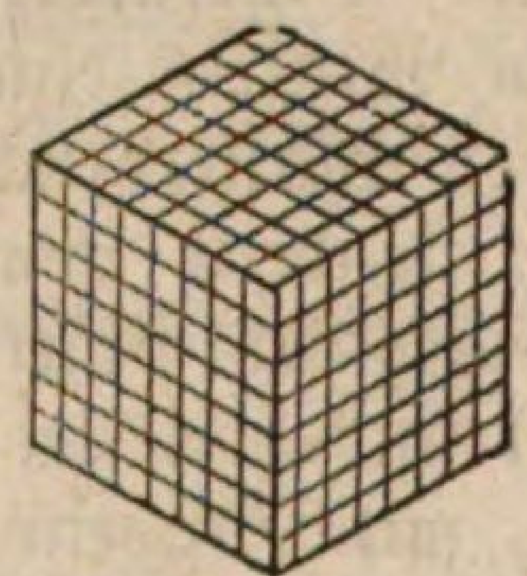
Hauy unterscheidet zweierlei Formen. 1) Formes primitives (Kernformen), es waren sechs: Parallelepipedon pag. 16, Oktaeder, Tetraeder, reguläre sechsseitige Säule, Granatoeder und Diheraeder. Besonders spielten die ersten beiden mit ihren verschiedenen Winkeln eine Hauptrolle. Er wurde in der Wahl hauptsächlich durch den Blätterbruch geleitet: so gieng er beim Flußspath nicht vom Würfel, sondern vom Oktaeder, bei der Blende vom Granatoeder aus, blos wegen der Blättrigkeit. 2) Integrirende Molecule (M. intégrantes) sind dreierlei: die 4flächigen Tetraeder; das 5flächig dreiseitige Prisma mit Gradendfläche; die sechsflächigen Parallelepipeda. Es sind die einfachsten Raum umschließenden Körper, auf welche man durch weitere Theilung der Primitivformen kommt. So zerfällt z. B. das Rhomboeder durch die drei Hauptschnitte, welche der 2ten sechsseitigen Säule parallel gehen, in 6 Tetraeder. Das Granatoeder durch 6 von den vierkantigen Ecken aus bis zum Mittelpunkt geführte Spalte in 4 congruente Rhomboeder. Die Spalte müssen den 6 Krystallräumen parallel geführt werden. Die Molécules intégrantes haben übrigens nur eine theoretische Bedeutung. Dagegen ist noch eine weitere Benennung, die Molécules soustractives, von praktischer Wichtigkeit, es sind Parallelepipede meist der Primitivform ähnlich, oder doch darin steckend, durch deren Aufthürmung auf die Flächen der Primitivform die secundären Flächen entstehen.

Hauy sah nun den Krystall als einen Complex von lauter unter sich gleichen integrirenden Moleculen an, die sich zu subtractiven gruppiren. Letztere liegen alle unter einander parallel, und erzeugen so den Blätterbruch. Die integrirenden müssen außerordentlich klein gedacht werden, in ihnen haben nur noch die Molécules élémentaires Platz, aus welchen die chemischen Stoffe bestehen. Den Keim eines Krystalls bildet ein einziges M. soustractive, sein Fortwachsen ist nur ein paralleles Anhäufen solcher unter sich gleichen Atome. Die Bestimmung dieses subtractiven Moleculs und die Weise, wie sie sich an einander reihen, ist Aufgabe der Krystallographie. Machen wir es an einigen Beispielen klar.

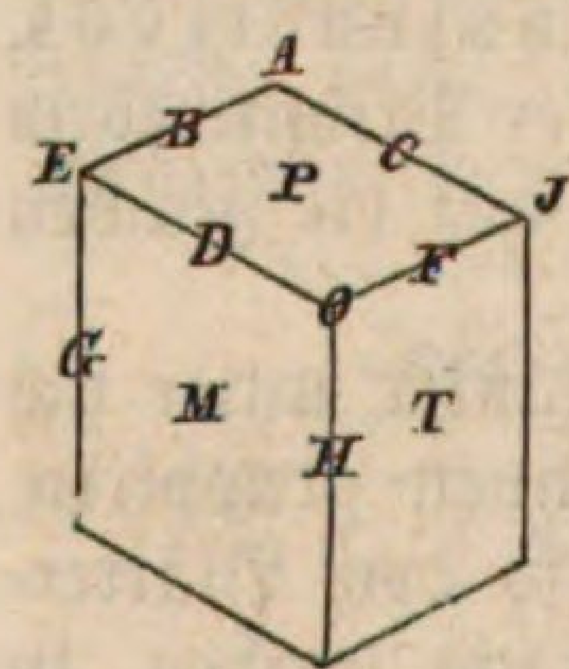


Der Bleiglanz, das Steinsalz &c. haben einen dreifach blättrigen Bruch von gleicher Beschaffenheit, die sich unter rechten Winkeln schneiden, daher die Primitivform ein Würfel, und die subtractiven Molecule Würfelchen. Durch Decrescenzen (décroissemens) auf den Kanten entstehen alle Körper der Kantenzonen (Granatoeder und Pyramidenwürfel). Hauy dachte sich lauter kleine Würfelchen parallel der Kernform aufgethürmt, wie man aus dem Aufriß beistehender Würfelfläche leicht ersieht. Durch Decrescenzen um eine Reihe in die Höhe und Breite $\overset{1}{B}$ entsteht

die Granatoederfläche BG. Er dachte sich dabei in jeder höhern Schicht eine Reihe weniger, der Effekt ist offenbar derselbe, als wenn ich die Würfelkanten im Verhältniß $B : B : \infty B$ schneide; durch Decrescenzen um 2 Reihen in die Breite und eine in der Höhe B^2 entstehen die Pyramidenwürfel Fläche $BC = 2B : B : \infty B$; durch Decrescenzen um 3 Reihen in die Breite und 2 in der Höhe entsteht die Fläche $3B : 2B : \infty B$ ꝛc. Die Decrescenzen auf den Ecken kann man doppelt nehmen: symmetrisch oder unsymmetrisch gegen eine Kante. Hauy dachte sich die Sache auch durch Aufthürmen, doch macht man es sich besser durch Weg-



nahme der Würfelchen klar. Das Zeichen $\overset{1}{A}$ bedeutet, daß man ein Würfelchen von der Ecke wegzunehmen habe, der Effekt wird die Oktaederfläche $B : B : B$ sein, sie berührt die drei Ecken der folgenden Würfelschicht, nehme ich diese drei, so ruht die Fläche auf 6, dann auf 10, 15 ꝛc. auf, immer behält sie aber die gleiche Lage. ^2A bedeutet eine Leucitoederfläche $2B : 2B : B$, und zwar werden die zwei Kanten links in 2 geschnitten; A^3 bedeutet $B : 3B : 3B$ und zwar 3B in den zwei Kanten rechts. Für die unsymmetrischen Flächen mußten drei Buchstaben in der Klammer genommen werden $(A^2\ {}^1B\ B^3)$, bezeichnet $2B : B : 3B$. Beim regulären System kann man nicht leicht irren, bei den übrigen muß man sich jedoch vorsichtig vor Kantenverwechselungen hüten. Wiederholen wir daher am allgemeinen Heraid nochmals kurz die Zeichen:

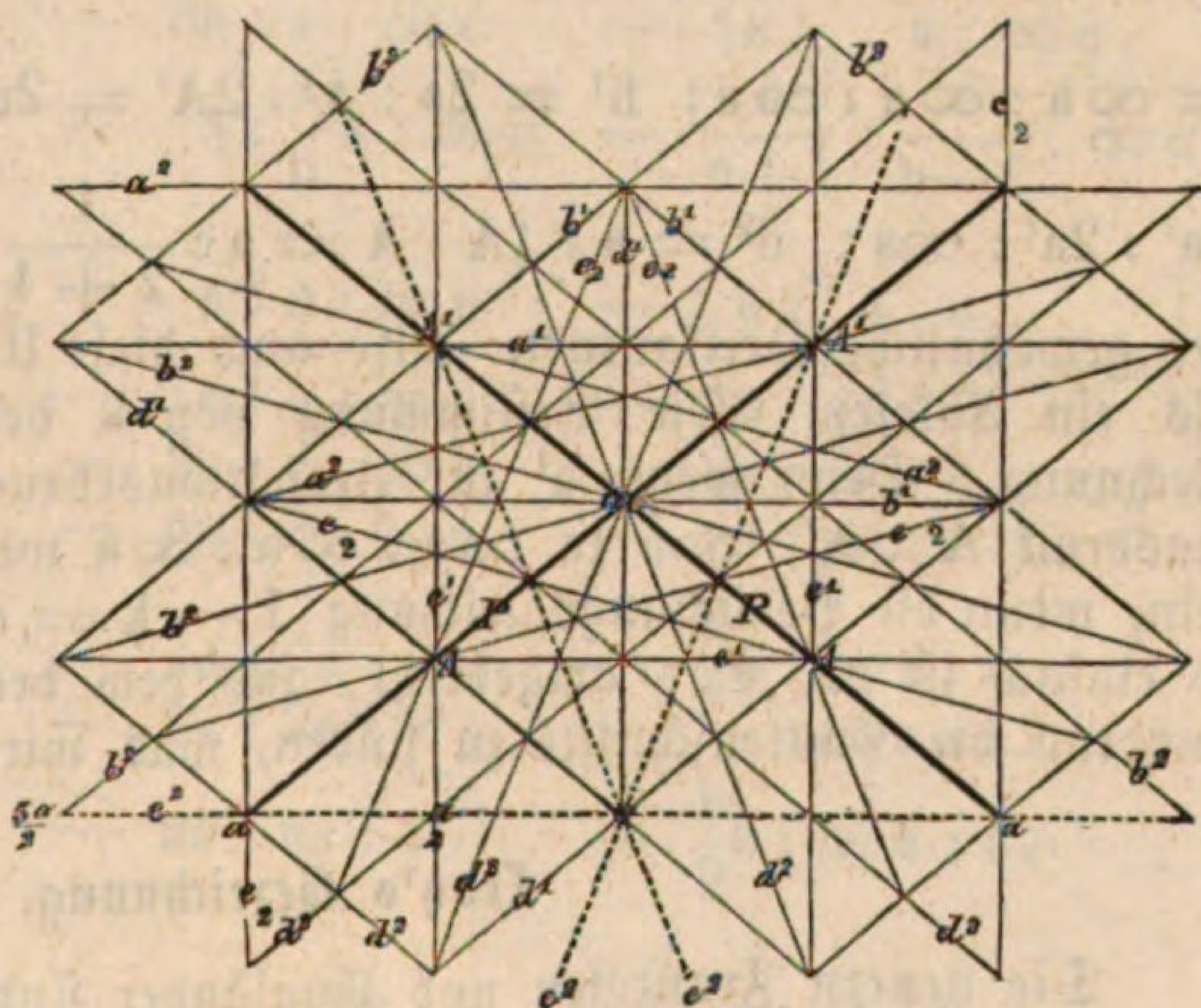


An den Kanten BCDF können die Decrescenzen darüber (auf P) oder darunter (auf M und T) stattfinden, auf den Kanten G und H nur links oder rechts, daher die vier Stellungen der Zahlen an den Consonanten oben, unten, links oder rechts: $\overset{m}{D}$ heißt eine Decrescenz um m Reihen in die Breite auf P, also $mF : H : \infty D$. Bei Brüchen bezieht sich der Zähler auf die Reihen der Breite, der Nenner auf die der Höhe, das liegt schon im allgemeinen Zeichen, da m ganze Zahlen wie Brüche bedeutet; $H^n = nF : D : \infty H$. An die Vokale der Ecken kann ich die Zahlen oben links und rechts setzen, man denkt sich dabei den Krystall so gestellt, daß die in Rede stehende Ecke unmittelbar vor mir steht: $\overset{m}{O} = mD : mF : H$; $O^m = mF : mH : D$; $^mO = mD : mH : F$, die Decrescenz um m Reihen in der Breite findet also auf derjenigen Fläche der Ecke statt, wohin der Buchstabe m an O gestellt ist. Ein Symbol A^m bedeutet $mB : mH : C$, denn man muß sich den Krystall so lange herumgedreht denken, bis A vor uns steht, deßhalb ist $^mE = mB : mG : D$. Intermediäre Decrescenzen sind solche, worin alle drei Kanten der Ecke ungleich geschnitten werden, oder wenn die Decrescenz über die Kanten hinüber neigt, dazu wurden drei Buchstaben mit Klammer genommen: $(\overset{1}{O}\,D^1F^2) = H : D : 2F$; $(\overset{3}{O}\,D^4F^1) = \frac{1}{3}H : 4D : F = H : \frac{3}{4}D : 3F$.

Hauy legte auf die Entwickelung des rhomboedrischen Systems ein besonderes Gewicht, wir wollen daher zum Schluß noch einige Erläuterungen darüber geben, namentlich erweist sich darin auch die Wichtigkeit

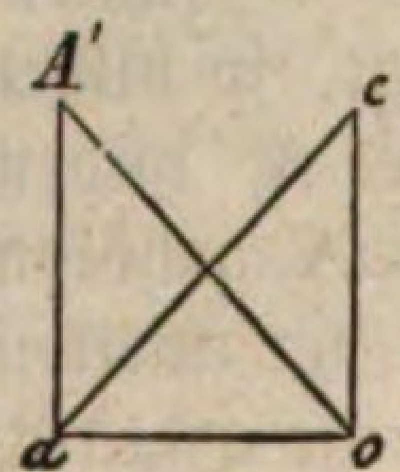
der Projektion in ihrer großartigen Einfachheit. Zu dem Ende projicire sämmtliche Flächen auf die Fläche P des blättrigen Bruchs, dann kann man die Kanten des Rhomboeders als Axeneinheiten AAA nehmen, welche sich unter gleichen schiefen Winkeln von $101^0 55'$ und $78^0 5'$ schneiden. Denken wir uns die aufrechte dritte A nach vorn geneigt, so bildet $a^1 = A' : A'$ die Gradendfläche und die drei $e^1 = A : A$ und $A : A'$ bilden das erste schärfere Rhomboeder; $b^1 = A' : \infty A'$ und $A' : A' : \infty A$ gehören dem ersten stumpfern Rhomboeder, $d^1 = A : \infty A$ und $A : A' : \infty A$ der zweiten sechsseitigen Säule an. Die Flächen P bilden also das dreigliedrige Hexaid, a^1 und e^1 das zugehörige Oktaid, und b^1 mit d^1 das zugehörige Dodekaid.

Das Leucitoeder $e^2 = A' : \frac{1}{2}A$ und $2A : 2A$ führt uns zur ersten sechsseitigen Säule, durch welche auf der Gradendfläche a^1 die dreigliedrigen Axen bestimmt werden, ich habe sie deßhalb punktirt; $a^2 = 2A' : 2A'$ und $A' : \frac{1}{2}A'$ liefert das zweite stumpfere Rhomboeder. Der Dreikantner $e_2 = A : \frac{1}{2}A$, $A : \frac{1}{2}A'$ und $2A : 2A'$ ist zweiter Ordnung $\frac{1}{2}c : a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a'$, weil er seine stumpfen Endkanten wie die Kanten des Hauptrhomboeders legt. Nehmen wir, um die Figur nicht zu überladen, noch



das Pyramidenrhomboeder, so liefert uns das den Dreikantner $d^2 = \frac{1}{2}A : \infty A$, $A' : \frac{1}{2}A : \infty A$ und $2A : \infty A$ und das Diheraeder $b^2 = \frac{1}{2}A' : \infty A$, $A' : \frac{1}{2}A' : \infty A$ und $2A' : \infty A$. So können wir mit Leichtigkeit alle Hauy'schen Zeichen eintragen, sie führen uns alle zu den Zeichen des regulären Systems, und liefern den Beweis, daß der einfachste Flächenausdruck nicht immer der beste sei. Wir müssen vielmehr die Zeichen auf 3 und 1 Axe zurückführen, auf aaac. Die punktirten Linien e^2 geben in ihren Durchschnitten mit a' die drei neuen Axen a. Legen wir daher die a' durch den neuen Axenmittelpunkt o, so fällt dieselbe mit der Linie $3\frac{a}{2}$, a, $\frac{a}{2}$ zusammen, von ihr kann man also die neuen Axenausdrücke unmittelbar ablesen, sie braucht man nicht zu bestimmen. Auch die Axe c, welche auf a^1 senkrecht steht, ist allen gemein. Wir brauchen also nur noch eines der beiden andern a zu finden, welche in der gegen Axe c senkrechten Ebene a^1 den gleichen Linien oA' und oA' correspondiren. Nach unserem obigen Satze pag. 91 muß aber eine Zonenaxe $c : \frac{a}{\mu}$ die schiefe Axe oA' in $\frac{A'}{\mu \pm k}$ schneiden, das + gilt, wenn die schiefe Axe A unter der rechtwinkligen a liegt. Aus der Betrachtung des Kalkspathrhomboeders folgt, daß die Kante des Rhomboeders $mA = \frac{2}{3}\sqrt{3a^2 + 1}$, die Querdiagonale $AA = 2a$, die schiefe Diagonale $om = \frac{2}{3}\sqrt{3a^2 + 4}$, folglich $oA' = \sqrt{4a^2 + 4}$.

Wir müssen uns nun erinnern, daß unsere neue Axe co = c die ganze Hauptaxe von Ecke zu Ecke bezeichnet, folglich muß als a auch das doppelte a genommen werden. Wählen wir nun die von c zur Hälfte der



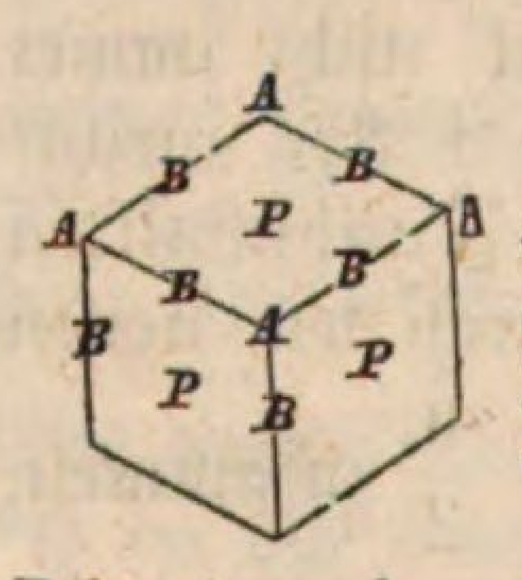
oA' gehende Linie als die, welche die Axe a zu bestimmen hat, so ist k = 1, wie beistehender Aufriß durch coA' zeigt.

Nennen wir jetzt in unserer Projektion oa = a, oA' = A', und suchen aus ihren Ausdrücken die neuen für die Axen a, so muß das Rhomboeder $P = a : \frac{1}{2}A' : A' = a : \frac{1}{2-1}a : \frac{1}{1-1}a = a : a : \infty a$ sein. Die Gradendfläche $a^1 = A' : A' : \infty a = \frac{1}{1-1}a : \frac{1}{1-1}a : \infty a = \infty a : \infty a : \infty a$; $b^1 = 2a : A' : 2A' = 2a : \frac{1}{1-1}A' : \frac{1}{\frac{1}{2}-1}A' = 2a' : 2a' : \infty a$; $d^2 = a : \frac{1}{2}A : A = a : \frac{1}{2+1}a : \frac{1}{1+1}a = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ der gewöhnliche Dreikantner. Also auch diese Uebertragung ist nicht mehr als ein Ablesen. Die Bestimmung von k bedarf übrigens gar keiner Rechnung. Denn wenn a^1 zur Projektionsebene werden soll, so muß ihr Ausdruck $A' : A' : \infty a$ zu $\infty a : \infty a : \infty a$ werden, dieß kann aber nur sein, wenn die Bedingungsgleichung $1 - k = o$, d. h. $k = 1$ ist. Eben so einfach ist der Satz umgedreht, aus dem drei- und einarigen Flächenausdruck die Kantenschnitte zu finden, was wir dem Leser überlassen.

Levy's Bezeichnung.

Die neuern Franzosen und Engländer sind im Ganzen zwar bei der Bezeichnung Hauy's stehen geblieben, doch bedient man sich jetzt allgemein der einfachern Symbole von Levy. Es wird das Lesen der Schriften erleichtern, wenn ich hier kurz die Zeichen zusammenstelle.

1) Reguläres System.

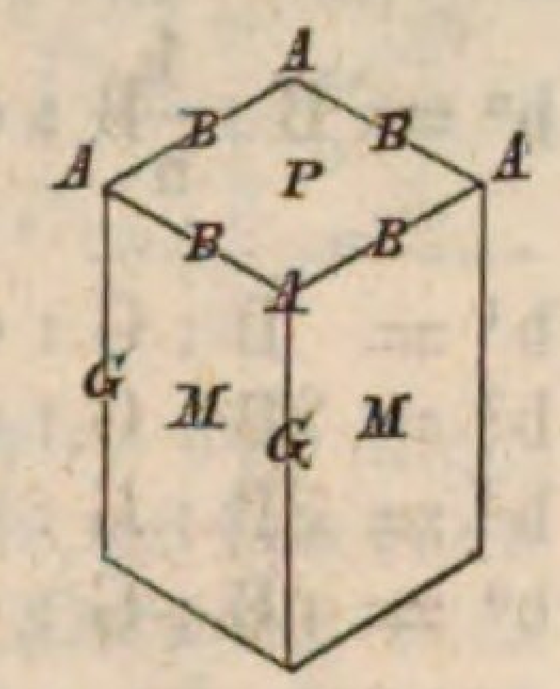


Wenn dasselbe auf die Kanten des Würfels BBB basirt ist, so ist mit dem Verständniß des Zeichens auch der Weiß'sche Axenausdruck gegeben. Die Würfelfläche selbst hat den Buchstaben P als Zeichen.

Oktaeder $a^1 = B : B : B = a : a : a$; Granatoeder $b^1 = B : B : \infty B = a : a : \infty a$.
Leucitoeder $a^2 = B : 2B : 2B = a : 2a : 2a$, Leucitoide $a^n = B : nB : nB$.
Pyramidenoktaeder $a^{\frac{1}{2}} = B : \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}B = a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a$, $a^{\frac{1}{n}} = B : \frac{1}{n}B : \frac{1}{n}B$.
Pyramidenwürfel $b^2 = B : 2B : \infty B = a : 2a : \infty a$, $b^n = B : nB : \infty B$.
48flächner $b^1 b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{3}} = a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a$, $b\, b^{\frac{1}{m}} b^{\frac{1}{n}} = a : \frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a$.

Wenn man vom Oktaeder (Flußspath, Diamant) oder Granatoeder (Blende) ausgeht, ist die Sache gar nicht so einfach, jedoch reicht unser Kantenschnittsatz pag. 90 dazu völlig aus. Ich gehe daher gleich zum folgenden.

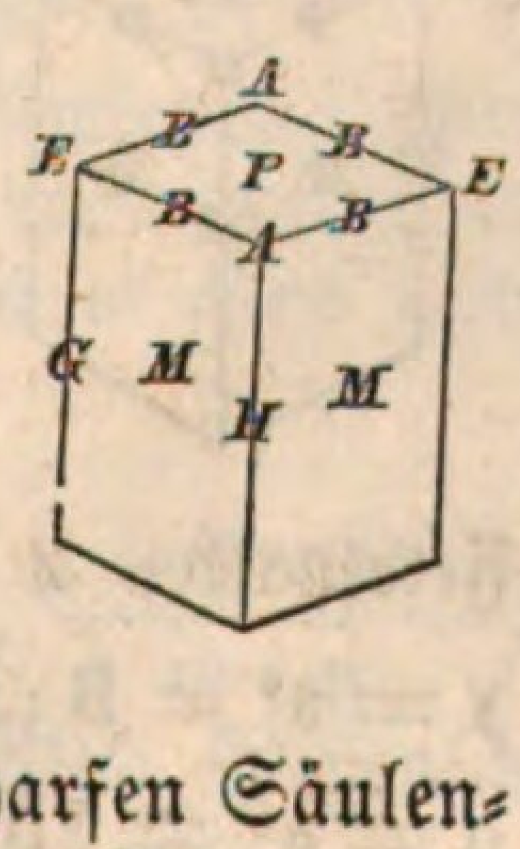
2) Viergliedriges System.



Wenn die Zeichen so gewählt sind, daß die quadratische Säule MM in der Primitivform unserer zweiten quadratischen Säule entspricht, wie z. B. Dufrénoy beim Vesuvian angenommen hat, so stimmt die Auslegung des Zeichens mit den Axen. Correspondirt dagegen M/M der zweiten Säule, wie z. B. beim Zirkon, dann muß der Kantenzonensatz zu Hilfe genommen werden.

$g^1 = B : B : \infty G$	gibt $a : a : \infty c$	oder $a : \infty a : \infty c$.
$g^2 = 2B : B : \infty G$	— $2a : a : \infty c$	— $\frac{1}{3}a : a : \infty c$.
$g^3 = 3B : B : \infty G$	— $3a : a : \infty c$	— $\frac{1}{2}a : a : \infty c$.
$g^n = B : \frac{1}{n}B : \infty G$	— $a : \frac{1}{n}a : \infty c$	— $\frac{a}{n+1} : \frac{a}{n-1} : \infty c$.
$b^1 = B : G : \infty B$	— $a : c : \infty a$	— $a : a : c$.
$b^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : G : \infty B$	— $\frac{1}{2}a : c : \infty a$	— $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a : c$.
$b^2 = 2B : G : \infty B$	— $2a : c : \infty a$	— $2a : 2a : c$.
$b^n = nB : G : \infty B$	— $na : c : \infty a$	— $na : na : c$.
$a^1 = B : B : G$	— $a : a : c$	— $\frac{1}{2}a : \infty a : c$.
$a^2 = 2B : 2B : G$	— $2a : 2a : c$	— $a : \infty a : c$.
$a^n = nB : nB : G$	— $na : na : c$	— $\frac{n}{2}a : \infty a : c$.
$a_2 = B : 2B : 2G$	— $\frac{1}{2}a : a : c$	— $\frac{1}{3}a : a : c$.
$a_3 = B : 3B : 3G$	— $\frac{1}{3}a : a : c$	— $\frac{1}{4}a : \frac{1}{2}a : c$.
$a_n = B : nB : nG$	— $\frac{1}{n}a : a : c$	— $\frac{a}{n+1} : \frac{a}{n-1} : c$.
$b^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{3}}\, g^1 = \frac{1}{2}B : \frac{1}{3}B : G$	— $\frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : c$	— $\frac{a}{5} : a : c$.
$b^{\frac{1}{m}}\, b^{\frac{1}{n}}\, g^p = \frac{1}{m}B : \frac{1}{n}B : pG$	— $\frac{1}{m}a : \frac{1}{n}a : pc$	— $\frac{a}{m+n} : \frac{a}{m-n} : pc$.

3) Zweigliedriges System.



Wenn die Oblongsäule mit Gradendfläche PMT die Primitivform ist, so stimmen die Zeichen mit unsern Axen. Wenn dagegen die beistehende gerade rhombische Säule MMP den Ausgang bildet, so muß man, wie im zweiten Fall des viergliedrigen Systems, das Kantenzonengesetz zur Bestimmung der Axen zu Hilfe nehmen.

$g^1 = B : B : \infty G$	gibt $b : \infty a : \infty c$	in der scharfen Säulenkante gelegen.
$g^2 = B : \frac{1}{2}B : \infty G$	— $\frac{1}{3}b : a : \infty c$	
$g^n = B : \frac{1}{n}B : \infty G$	— $\frac{b}{n+1} : \frac{a}{n-1} : \infty c$	

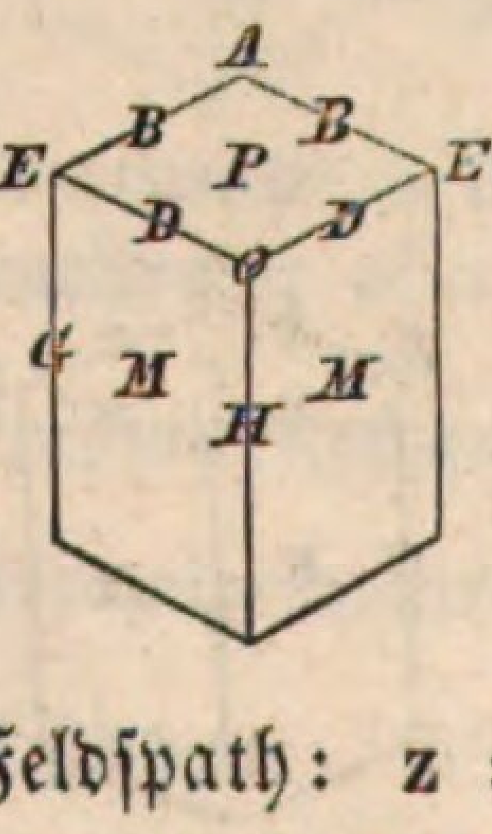
$h^1 = B : B : \infty H$	gibt $a : \infty b : \infty c$	in der stumpfen Säulenkante gelegen.
$h^3 = B : \frac{1}{3}B : \infty H$	— $\frac{1}{2}a : b : \infty c$	
$h^n = B : \frac{1}{n}B : \infty H$	— $\frac{a}{n+1} : \frac{b}{n-1} : \infty c$	
$b^1 = B : G : \infty B$	— $a : b : c$	Topas liefert ein gutes Beispiel. Man muß stets vorsichtig untersuchen, was als Einheit von c anzunehmen ist.
$b^2 = 2B : G : \infty B$	— $2a : 2b : c$	
$b^3 = 3B : G : \infty B$	— $3a : 3b : c$	
$b^n = nB : G : \infty B$	— $na : nb : c$	
$a^1 = B : B : H$	— $\frac{1}{2}a : \infty b : c$	Bilden Paare auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt.
$a^2 = 2B : 2B : H$	— $a : \infty b : c$	
$a^n = nB : nB : H$	— $\frac{n}{2}a : \infty b : c$	
$e^1 = B : B : G$	— $\frac{1}{2}b : \infty a : c$	Bilden Paare auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt.
$e^2 = 2B : 2B : G$	— $b : \infty a : c$	
$e^n = nB : nB : G$	— $\frac{n}{2}b : \infty a : c$	
$e_2 = \frac{1}{2}B : B : G$	— $\frac{1}{3}b : a : c$	Es sind Oktaeder, die in der Diagonalzone des Hauptoktaeders liegen.
$e_3 = \frac{1}{3}B : B : G$	— $\frac{1}{4}b : \frac{1}{2}a : c$	
$e_n = \frac{1}{n}B : B : G$	$= \frac{b}{n+1} : \frac{a}{n-1} : c$	
$a_2 = \frac{1}{2}B : B : H$	$= \frac{1}{3}a : b : c$	
$a_n = \frac{1}{n}B : B : H$	$= \frac{a}{n+1} : \frac{b}{n-1} : c$	

x Topas $= b^1 b^3 g^{\frac{1}{2}} = B : 3B : \frac{1}{2}G = 3a : \frac{3}{2}b : c$, allgemein

$$b^{\frac{1}{m}} b^{\frac{1}{n}} g^p = \frac{1}{m}B : \frac{1}{n}B : pG = \frac{b}{m+n} : \frac{a}{m-n} : pc,$$

$$b^{\frac{1}{m}} b^{\frac{1}{n}} h^p = \frac{1}{m}B : \frac{1}{n}B : pH = \frac{a}{m+n} : \frac{b}{m-n} : pc.$$

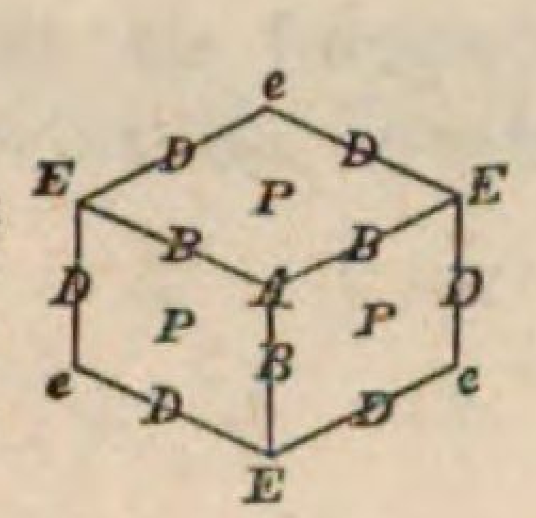
4) Zwei- und eingliedriges System.



Ist vollkommen analog, nur bekommt man auf diese Weise die schiefen Mohs'schen und Naumann'schen Axen, die man dann weiter auf die Weiß'schen nach pag. 91 zurückführt, wenn man es nicht vorzieht, sie gleich nach der Projektion zu deduciren.

Feldspath: $z = g^2 = D : \frac{1}{2}B : \infty G = B : \frac{1}{2}D : \infty G = a : \frac{1}{3}b : \infty c$; $x = a^1 = B : B : H = a' : c : \infty b$; $y = a^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}B : H = \frac{1}{2}a' : c : \infty b$; $q = a^{\frac{3}{2}} = \frac{3}{2}B : \frac{3}{2}B : H = \frac{3}{2}a' : c : \infty b$; $o = b^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : H : \infty B = a' : b : c$; $n = e^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}B : \frac{1}{2}D : G = \frac{1}{2}b : c : \infty a$ 2c.

5) Dreigliedriges System.



Die Rhomboeder entstehen durch Decrescenzen auf den Ecken E und A, Gränzfälle bilden die Gradendfläche, erste sechsseitige Säule und das nächste stumpfere Rhomboeder:

$$
\begin{aligned}
e^{\frac{1}{2}} &= \tfrac{1}{2}D : \tfrac{1}{2}D : B = a' : a' \\
e^1 &= D : D : B = \tfrac{1}{2}a' : \tfrac{1}{2}a' \\
e^2 &= 2D : 2D : B = oa : oa \\
e^3 &= 3D : 3D : B = \tfrac{1}{4}a : \tfrac{1}{4}a \\
e^4 &= 4D : 4D : B = \tfrac{2}{5}a : \tfrac{2}{5}a \\
e^n &= nD : nD : B = \frac{n-2}{n+2}a : \frac{n-2}{n+1}a
\end{aligned}
$$

So oft $n>2$, wird das allgemeine Zeichen positiv, es sind dann Rhomboeder erster Ordnung ohne Strich; ist dagegen $n<2$, so wird es negativ, und die Rhomboeder sind zweiter Ordnung mit einem Strich. $e^{\frac{1}{2}}$ ist das Gegen-Rhomboeder.

$$
\begin{aligned}
a^{\frac{1}{2}} &= \tfrac{1}{2}B : \tfrac{1}{2}B : B = 5a' : 5a' \\
a^1 &= B : B : B = \infty a : \infty a \\
a^2 &= 2B : 2B : B = 4a : 4a \\
a^n &= nB : nB : B = \frac{n+2}{n-1}a : \frac{n+2}{n-1}a
\end{aligned}
$$

Ist $n>1$, so bedeutet das positive Zeichen Rhomboeder 1ster Ordnung, im Gegentheil zweiter Ordnung. a^1 ist die Gradendfläche, und für $n=o$ erhalten wir das erste stumpfere Rhomboeder.

$$
\begin{aligned}
b^1 &= B : B : \infty B = 2a' : 2a' \\
b^2 &= 2B : B : \infty B = 3a : \tfrac{3}{2}a \\
b^3 &= 3B : B : \infty B = 4a : \tfrac{4}{3}a \\
b^{\frac{5}{3}} &= \tfrac{5}{3}B : B : \infty B = \tfrac{8}{3}a' : \tfrac{8}{5}a' \\
b^n &= (n+1)\,a : \frac{n+1}{n}a : \frac{n+1}{n-1}a
\end{aligned}
$$

Die Dreikantner liegen in den Endkanten des Rhomboeders und sind zweiter Ordnung, sobald $n<2$ und >1 ist. b^2 ist Diheraeder. Da ferner $2B : \infty B = B : \tfrac{1}{2}B : \infty B$, so ist $b^{\frac{1}{2}} = b^2$ oder allgemein $b^{\frac{1}{n}} = b_n$.

$$
\begin{aligned}
d^1 &= D : \infty D : B = oa : oa \\
d^2 &= 2D : \infty D : B = a : \tfrac{1}{3}a \\
d^3 &= 3D : \infty D : B = 2a : \tfrac{2}{3}a \\
d^n &= (n-1)\,a : \frac{n-1}{n+1}a : \frac{n-1}{n}a
\end{aligned}
$$

ist die zweite Säule. Auch hier ist Zeichen $d^{\frac{m}{n}} = d^{\frac{n}{m}}$. Die Dreikantner sind sämmtlich 1ster Ordnung und gehören der Seitenkantenzone des Rhomboeders an.

$$
\begin{aligned}
e_{\frac{1}{2}} &= B : D : 2D = \tfrac{1}{4}a' : \tfrac{1}{3}a' \\
e_2 &= B : D : \tfrac{1}{2}D = a' : \tfrac{2}{3}a' \\
e_3 &= B : D : \tfrac{1}{3}D = \tfrac{3}{2}a : \tfrac{3}{4}a \\
e_4 &= B : D : \tfrac{1}{4}D = 2a : \tfrac{4}{5}a \\
e_n &= \frac{n}{2}a : \frac{n}{n+1}a : \frac{n}{n-1}a
\end{aligned}
$$

Dreikantner aus der Diagonalzone, $n<3$ gibt gestrichelte, $n=3$ ein Diheraeder, folglich $n>3$ ungestrichelte. Das volle Zeichen von $e_{\frac{1}{2}} = \tfrac{1}{4}a' : \tfrac{1}{3}a' : -a' = a' : \tfrac{1}{4}a' : \tfrac{1}{3}a'$. Diese Umsetzung eines Axenausdrucks mit — auf die andere Seite mit + leuchtet aus pag. 82 ein. Man muß die Zeichen e^n oben wohl von e_n unten unterscheiden!

$$
d^{\frac{1}{m}}g^{\frac{1}{n}}b^{\frac{1}{p}} = mD : nD : pB = \frac{p-(m+n)}{n-m}a : \frac{p-(m+n)}{n-p}a : \frac{p-(m+n)}{m+p}a
$$

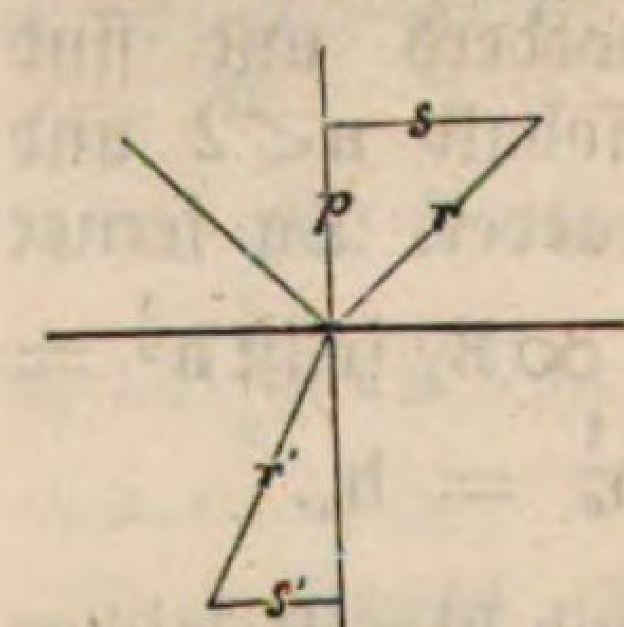
Siehe über diese allgemeinen Zeichen Weiß Abh. Berl. Akad. Wissensch. 1840 pag. 32 und 1822 pag. 261.

Optische Eigenschaften.

Da dieselben sich der Strukturlehre eng anknüpfen, so wollen wir gleich hier das Wichtigste darüber sagen. Hauptquellen sind: Herschel, Vom Licht. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. Schmidt. 1831. Dr. Beer, Einleitung in die höhere Optik. 1853. Besonders klar Pouillet's Lehrbuch der Physik und Meteorologie, überarbeitet von Dr. Müller. Braunschweig 1843. 4te Aufl. 1853. **Brewster, a Treatise on Optics. London 1853.**

Einfache Strahlenbrechung.

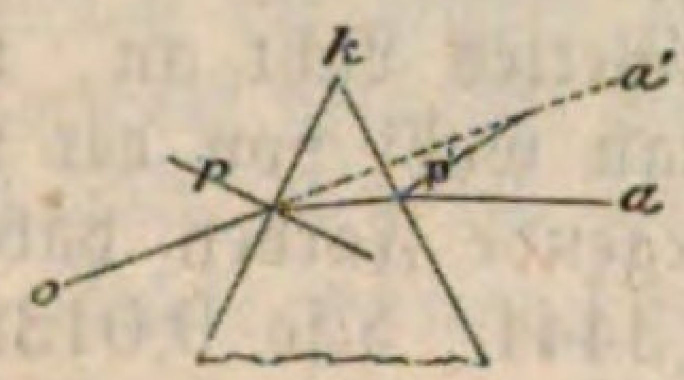
Tritt das Licht aus einem Medium in ein anderes, so wird es auf der Gränze plötzlich von seinem Wege abgelenkt, gebrochen, im dichtern Medium dem Perpendikel zu. Einfallswinkel heißt der, welchen der Strahl r mit dem Perpendikel p macht. Einfallender, reflektirter und gebrochener Strahl liegen mit dem Perpendikel in e i n e r Ebene. Der Einfallswinkel ist dem Reflexionswinkel gleich. Auf diesem Gesetz beruht das Reflexionsgoniometer pag. 12. Macht man r des einfallenden Strahls = r^1 am gebrochenen, und fällt von r und r^1 die Sinus s und s^1 auf as Perpendikel p, so ist der Brechungsexponent $s : s^1 =$ sin. Einfallswinkel : sin. Brechungswinkel eine constante Größe (Brechungsexponent): beim Wasser = 4 : 3 = 1,336; Crownglas = 1,533; Quarz = 1,548; Flintglas = 1,6; Sapphir = 1,768; Granat = 1,815; Diamant = 2,47; Rothbleierz = 2,926. Je größer der Brechungsexponent, desto bedeutender ist auch die Vergrößerungskraft des Minerals, daher wurden von englischen Optikern früher Granat- und Diamantlinsen sehr empfohlen. Letzterer zeigt auch eine viel geringere sphärische und chromatische Aberration als ihm gleiche Linsen von Glas, was den Werth noch sehr erhöhen würde, wenn nur die Verfertigung nicht so außerordentlichen Schwierigkeiten unterworfen wäre.



Wenn beim Wasser der Einfallswinkel 90° beträgt, so ist der Brechungswinkel erst $48\frac{1}{2}^0$, alles Licht, was unter einem größern Winkel aus Wasser in die Luft heraus will, wird im Wasserspiegel total reflectirt. Daher nennt man $48\frac{1}{2}^0$ den G r ä n z w i n k e l. Der Diamant hat sogar einen Gränzwinkel von 23° 53′, daher kann kaum mehr als der vierte Theil des Lichtes direkt heraus, das übrige wird zuvor an der Oberfläche zurück- und im Steine hin und hergeworfen, in Farben zerlegt, worauf vorzugsweise die Pracht seines Anblicks beruht.

Wenn schon durch parallele Flächen gesehen der Gegenstand etwas von seinem Orte verrückt wird, so ist das noch in höherm Grad durch

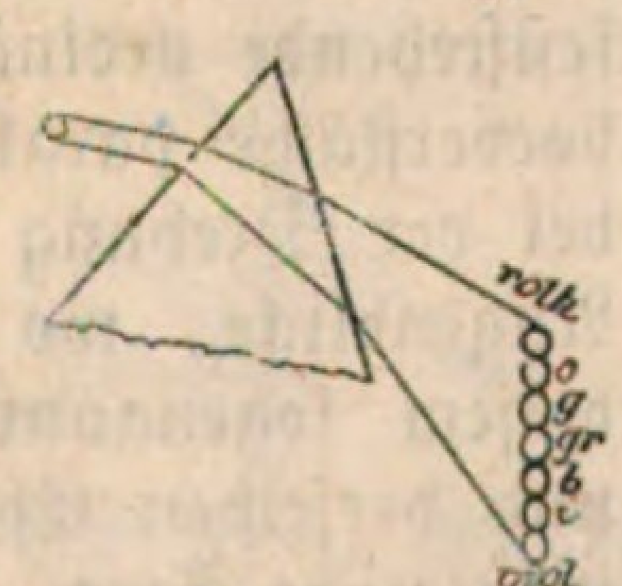
geneigte Flächen (**Prisma**) der Fall. Die Kante k heißt die brechende Kante, und sie verschiebt die Sachen um so mehr, je größer ihr Winkel ist, und zwar nach der Gegend hin, wo sie liegt. Fällt z. B. ein Lichtstrahl O auf die Fläche des Prisma's, so muß er beim Eintritt dem Perpendikel p zu, beim Austritt von p′ ab gebrochen werden, also eine doppelte Ablenkung erfahren, und das Auge O meint nun den Gegenstand a in a′ zu sehen: bei horizontaler nach oben gerichteter Kante k wird das a bedeutend gehoben, bei vertikaler bedeutend zur Seite geschoben.



Anwendung. Nimm einen Axinitkrystall in die linke Hand und lege eine seiner scharfen Kanten aufrecht gegen einen Finger der rechten Hand: siehst du nun direkt gegen das Fensterlicht, so ist das Prisma dunkel, so wie du aber rechts um vom Fenster weg siehst, so wird es plötzlich ganz durchleuchtet, weil erst bei dieser schiefen Stellung zum Fenster das Licht direkt ins Auge treten kann. Oder sieh durch die Endflächen eines brillantirten Quarzes senkrecht gegen ein Licht, so kannst du den Brillant leicht so stellen, daß in der Mitte nur ein einziges Licht wahrgenommen wird, bei jeder Wendung des Kopfes treten dann erst Reihen von Lichtern ins Auge. Zwillingskanten sind oft so stumpf einspringend oder ausspringend, daß man sie sehr vorsichtig im Lichtreflex untersuchen muß, man legt dann die brechende Kante horizontal, geht in den Hintergrund des Zimmers, und sieht nun gegen die Helle. Auch das Kerzenlicht ist dazu sehr günstig.

Zerstreuung des Lichtes findet stets Statt, sobald es durch das Prisma gegangen ist. Es entsteht ein Spectrum mit den bekannten sieben Farben, aus welchen das weiße Sonnenlicht besteht. Man sieht diese Farben nicht blos durch das Prisma, sondern man kann sie auch auf eine Wand fallen lassen. Das Lichtbündel zeigt sich dann in die Länge gezogen. Das Spectrum wird um so länger, je größer der Einfalls- und Brechungswinkel und je ferner die Wand vom Prisma ist. Dann ist aber auch die Mineralsubstanz noch von wesentlichem Einfluß.

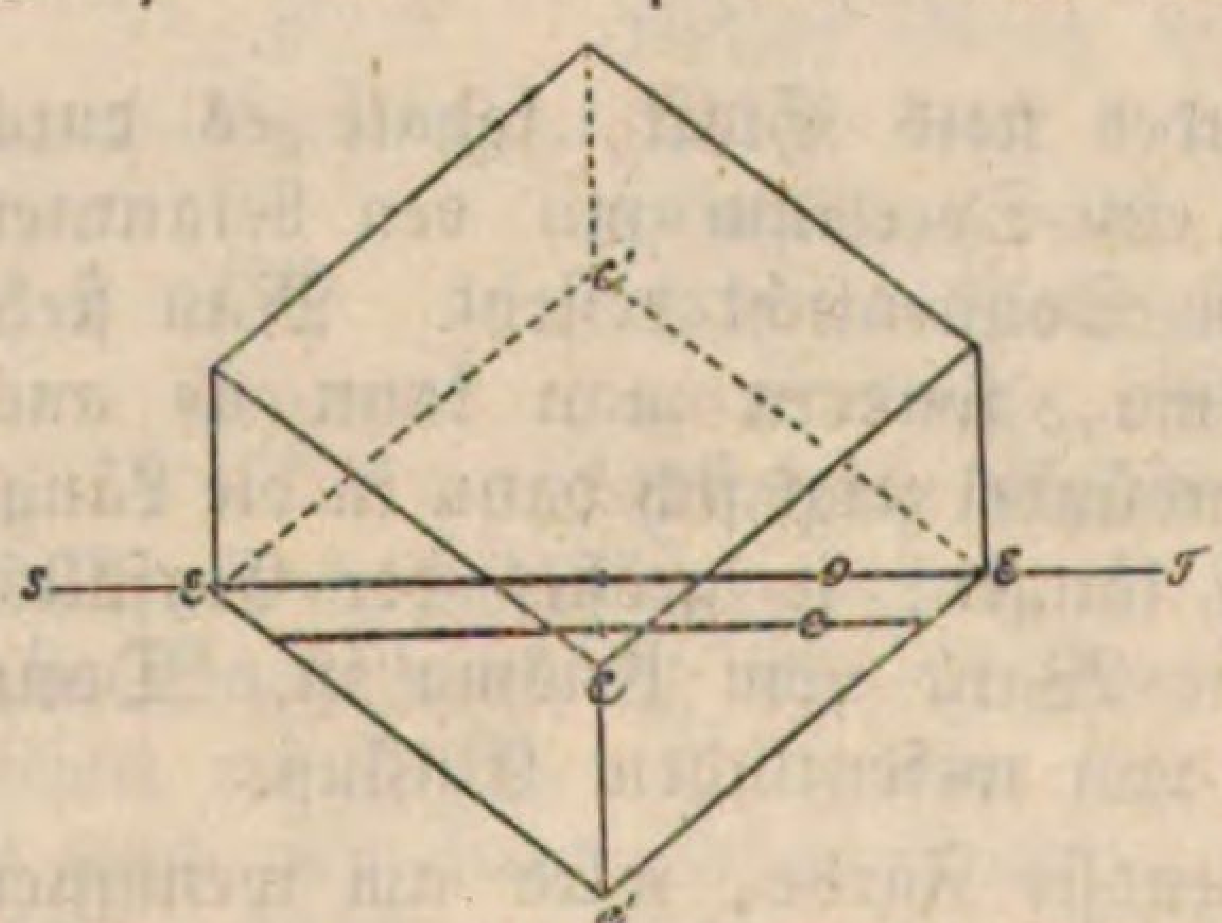
Das Roth, unter allen die brennendste Farbe, wird am wenigsten gebrochen, muß also allemal der brechenden Kante zu liegen. Die stärkste Brechung widerfährt dem Violett am entgegengesetzten Ende, dazwischen liegen vom rothen zum violetten Pole Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo. Grün und Blau stechen darunter am stärksten hervor. Diese prismatischen Farben sind einfache (homogene) Farben, und werden durch ein zweites Prisma angesehen nicht wieder zerlegt. Das Prisma ist daher ein treffliches Instrument, um zu untersuchen, welche Farben der Minerale homogene sind oder nicht. Auch die **Wärmestrahlen** sind im Spectrum sehr ungleich vertheilt, die meiste Wärme liegt noch über dem Rothen, wo das Auge keine Farbe mehr sieht. Die geringste Wärme liegt dagegen unter dem Violett, wo jedoch die unsichtbaren Strahlen noch chemisch wirken (chemische Strahlen). Aus der Länge des Spectrums geht hervor, daß die Farben der Lichtstrahlen verschieden gebrochen werden. Da nun aber die verschie-



denen Substanzen in dieser Beziehung sehr verschieden sich verhalten, so gibt man immer die Differenz der Brechungsexponenten für rothes und violettes Licht an, und bekommt damit die **totale Dispersion**, die man wohl von der partiellen unterscheiden muß, welche einzelne sich näher liegende Farben haben. So hat Wasser für Violett 1,3309, für Roth 1,3441, also 0,0132 tot. Disp., Flintglas 0,04, Diamant 0,056, Rothbleierz sogar 0,388—0,57. Diese starke Dispersion erhöht daher noch das schöne Farbenspiel geschliffener Gemmen. Die Verschiedenheit der totalen und partiellen Dispersion in verschiedenen Körpern hat den Achromatismus möglich gemacht: man kann zwei Prismen von Flint- und Crownglas so construiren, daß sie den Lichtstrahl blos ablenken und nicht zerstreuen.

Doppelte Strahlenbrechung.

Alle Minerale, welche nicht im regulären System krystallisiren, zeigen dieselbe, d. h. man sieht durch sie statt eines zwei Bilder. Diese Bilder (Strahlen) sind beim 1gl., 2+1gl. und 2gl. Systeme beide außerordentlich (extraordinär), beim 4gl., 3gl. und 6gl. dagegen bleibt eines ordentlich (ordinär). Die merkwürdige Eigenschaft der Doppeltbrechung entdeckte Bartholinus 1669 am durchsichtigen Kalkspath von Island, welcher darnach Doppelspath genannt wurde. Derselbe bildet noch heute das wichtigste Hilfsmittel zum Studium. Lege ein solches Rhomboeder mit seiner Fläche c′εe′ε auf einen mit einem Punkt versehenen Strich ST, dann



wirst du im Allgemeinen 2 Bilder sehen: ein ordinäres o, was höher liegt, als das extraordinäre e. Bringe ich das Auge senkrecht über die Fläche, so fällt das ordinäre Bild o genau in die Verlängerung der äußern unbedeckten Linie ST. Halte das Auge in dieser **senkrechten** Lage und drehe das Mineral im Azimuth, so bewegt sich das tiefer liegende extraordinäre Bild gegen das feststehende ordinäre. Geht Linie ST der langen Diagonale εε der Rhomboederfläche parallel, so ist die Entfernung der beiden Linien ein Maximum, bei der Drehung des Krystalls nähern sie sich und decken sich in dem Augenblicke, wo die ST der kurzen Diagonale c′e′ parallel geht. In diesem sogenannten Hauptschnitte pag. 81 liegen also o und e in einer und derselben Ebene, eine vollkommene Deckung der Bilder findet aber noch nicht Statt, weil die kleinen Querstriche der Linien noch auseinander fallen. Soll auch dieß geschehen, so muß ich den Krystall heben und die Ecke c so gegen das Auge herauf drehen, daß ich parallel der Hauptaxe cc′ durchsehe, dann fallen auch die Striche und folglich beide Bilder o und e genau zusammen. Diese Richtung cc′, welche der Hauptaxe des Krystalls entspricht, ist nur ein einziges Mal zu finden, es ist die Richtung der optischen Axe, welche also genau mit der krystallographischen zusammenfällt. Senkrecht gegen diese Axe, also in der Ebene der krystallographischen Axen a, gesehen treten die Bilder am weitesten auseinander: hier

wird der außerordentliche Strahl e = 1,483 und der ordentliche o = 1,654 (Differenz = 0,171) gebrochen. Je größer bei einem Mineral diese Differenz, und je dicker der Krystall, desto weiter treten die Bilder auseinander. Aus beiden Gründen ist der Kalkspath besonders geschickt. Beim Bergkrystall ist o = 1,548, und e = 1,548 bis 1,558, also die Differenz = 0,01 nur $\frac{1}{17}$ von der des Kalkspathes. Die Stücke müssen 17mal dicker sein, wenn sie gleiche Wirkung wie beim Kalkspath hervorbringen sollen.

Das Prisma läßt die Bilder weiter auseinander treten, um so mehr, je größer der brechende Winkel und je entfernter der zu betrachtende Gegenstand. Es beruht dieß auf denselben Gründen, wie die Erzeugung des Spectrums pag. 101 auf der verschiedenen Brechbarkeit der sieben Farben. Das gewährt ein treffliches Mittel, Gläser von Gemmen zu unterscheiden. Nimmt man z. B. einen geschliffenen Bergkrystall und sieht damit nach einem entfernten Lichte, so zeigt jede Facette eine doppelte Flamme, das Glas aber nur eine einfache.

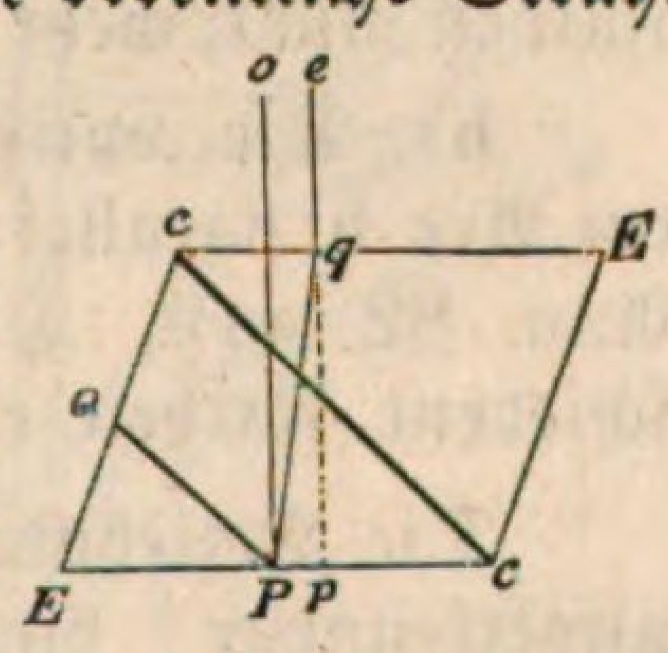
Optische Axen.

Darunter versteht man diejenigen Richtungen im Krystall, nach welchen gesehen die beiden Bilder sich decken. Da nun im regulären System überhaupt keine doppelte Brechung vorkommt, so kann man hier auch von keiner optischen Axe reden. Brewster (Gilberts Ann. 69. 1) hat zuerst den Zusammenhang mit der Krystallform nachgewiesen:

Optisch einaxige Krystalle

sind alle im 4gl., 3- und 6gl. Systeme. Die optische Axe fällt hier mit der Hauptaxe c des Krystalls zusammen. Man kann zweierlei Fälle unterscheiden:

1) Kalkspathgesetz (repulsiv oder negativ), der ordentliche Strahl wird stärker gebrochen, als der außerordentliche. Betrachte ich einen Punkt P im Hauptschnitte cEcE des Kalkspaths, so gehe der ordinäre Strahl Po senkrecht hinauf ins Auge, dann macht der außerordentliche e den Weg Pq, geht aber bei seinem Heraustreten mit o parallel, und das Auge meint ihn in p zu sehen. Zieht man nun durch P die Axe des Krystalls PQ parallel cc, so



leuchtet ein, daß der ordentliche Strahl o stärker gebrochen wird, als der außerordentliche e. Zu dieser Gruppe gehört Turmalin, Corund, Apatit, Vesuvian, Anatas, Honigstein rc.

2) Quarzgesetz (attraktiv oder positiv), hier wird umgekehrt der außerordentliche Strahl e stärker gebrochen, als der ordentliche o, er muß also innerhalb des Winkels QPo fallen, wird daher von der Axe PQ stärker angezogen, und nicht zurückgestoßen, wie vorhin. Zu dieser Gruppe gehört Rothgülden, Eisenglanz, Zirkon, Ichthyophthalm, Zinnstein, Rutil, Eis rc.

Optisch zweiaxige Krystalle

sind alle im 2gliedrigen, 2+1gliedrigen und 1gliedrigen Systeme. Die optischen Axen fallen mit den krystallographischen nicht zusammen, stehen aber zu zweien derselben symmetrisch. Fresnel unterscheidet die drei Elasticitätsaxen mit folgenden Namen: 1) die optische Mittellinie halbirt den scharfen Winkel der optischen Axen; 2) die optische Senkrechte halbirt den stumpfen und steht in der Ebene der optischen Axen senkrecht auf der Mittellinie; 3) die optische Queraxe steht senkrecht auf die Ebene der optischen Axen.

Beim 2gliedrigen System ist die Erscheinung am einfachsten. Die Elasticitätsaxen fallen mit den krystallographischen zusammen, die optischen Axen müssen daher in einer der drei Axenebenen liegen, und sind unter einander physikalisch gleich, das heißt, sie zeigen gleiche Farbenringe. Ich brauche also diese nebst der optischen Mittellinie nur zu nennen, um scharf orientirt zu sein. Am Weißbleierz bilden die optischen Axen 5° 15′, sie liegen in der Axenebene a c, und c ist die Mittellinie, folglich b die Querаxe; bei dem damit isomorphen Arragonit mit 20° liegen sie in der Axenebene b c, c bleibt zwar die Mittellinie, allein a wird zur Querаxe; beim Schwerspath mit 38° halbirt a den Winkel, ist daher Mittellinie und b Querаxe. Da die Farben verschieden gebrochen werden, so variirt der Winkel: bald ist der Winkel der stärker brechbaren (violetten) größer, als der der minder brechbaren (rothen), bald umgekehrt, doch hat dieß auf die Lage der Mittellinie keinen Einfluß. Beim 2+1 gliedrigen System kommen zwei Hauptfälle vor (Pogg. Ann. 81. 151).

a) Die optischen Axen liegen in der Medianebene b : ∞a : ∞c, welche den Krystall halbirt, daher muß die optische Querаxe mit b zusammen fallen. Die optischen Axen selbst haben aber in der Axenebene a c zu den krystallographischen eine unsymmetrische Lage, sind daher physikalisch von einander verschieden, wie Nörrenberg am Gyps zuerst zeigte (Pogg. Ann. 35. 81), auch bleibt die optische Mittellinie für die verschiedenen Farben nicht mehr die gleiche. Augit, Gyps, Eisenvitriol.

b) Die optischen Axen liegen in einer der Schiefendflächen, welche der Axe b parallel gehen, also auf der Medianebene senkrecht stehen (Pogg. Ann. 82. 46). Die Ebene der beiden optischen Axen hat hier für verschiedene Farben eine verschiedene Lage. Borax, Feldspath.

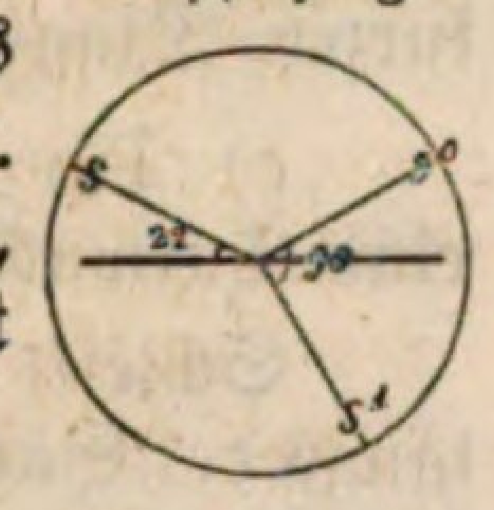
Die Beziehung der Lage der optischen Axen zur Krystallform ist also unverkennbar, die Axen finden sich nur in Ebenen, die ein einzig Mal am Krystall auftreten. Damit würde denn auch stimmen, daß sie beim 1gliedrigen System nach den verschiedensten Flächenrichtungen auftreten können.

Merkwürdiger Weise fallen beim Erwärmen des Gypses um 70° R. beide optische Axen zusammen, so daß der Krystall optisch einaxig wird Pogg. Ann. 8. 520). Aber die Geschwindigkeit, mit welcher sie sich gegen einander bewegen, ist bei beiden sehr verschieden (Pogg. Ann. 35. 85). Ueber 70° hinaus treten die Axen wieder auseinander aber in der Axenebene b c, welche gegen die Medianebene senkrecht steht.

Polarisirtes Licht.

Licht ist hauptsächlich in 2 Fällen polarisirt:

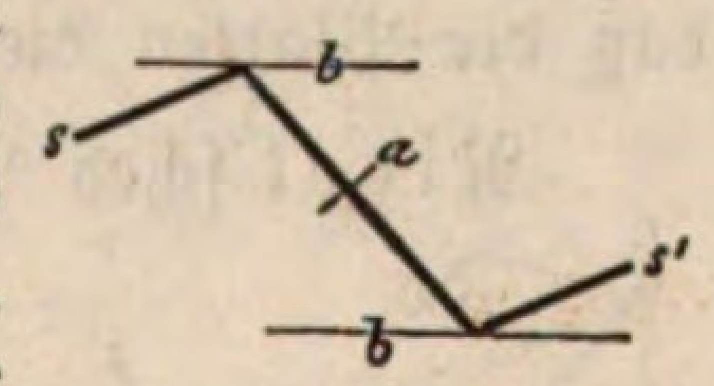
1) Wenn ein Lichtstrahl S so einfällt und von einem durchsichtigen Mittel nach s^0 so zurückgeworfen wird, daß der Strahl des durchgehenden Lichts s^1 auf den reflectirten s^0 senkrecht steht. Für Quarz beträgt der Einfallswinkel 33°, Glas 35° 25′, Kalkspath 31° 9′, Diamant 21° 59′. Der Lichtstrahl s ist also dann in zwei polarisirte Strahlen s^0 und s^1 zerlegt.



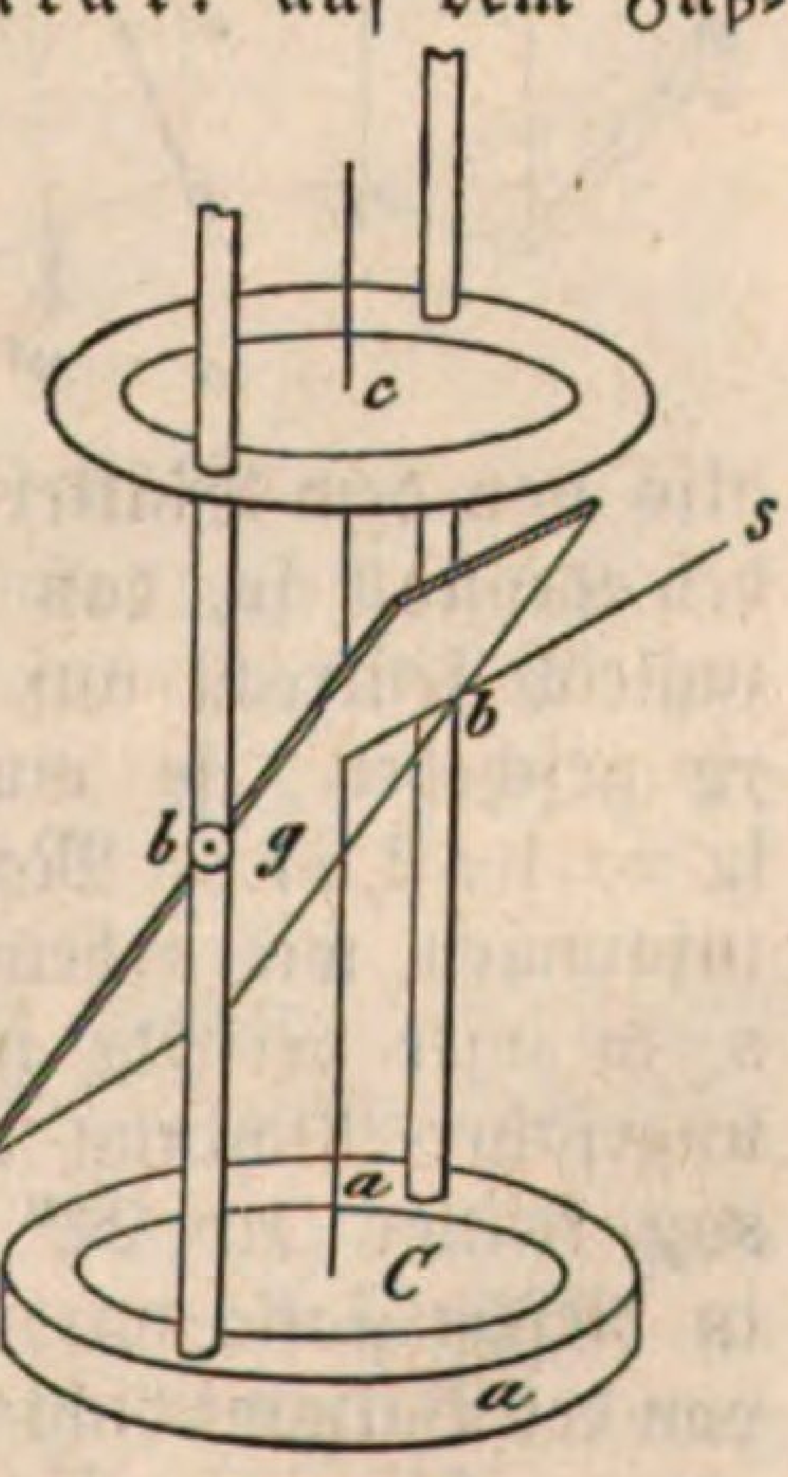
2) Wenn der Lichtstrahl durch ein krystallisirtes Mittel von doppeltbrechender Kraft geht. Daher sind die beiden Strahlen der optisch einarigen und zweiarigen Krystalle polarisirt.

Mittel, das polarisirte Licht vom unpolarisirten zu unterscheiden, gibt es vorzüglich drei:

a) In gewissen Lagen der Einfallsebene wird bei einem bestimmten Einfallswinkel der Strahl von einem polirten Mittel nicht reflectirt. Man macht sich das am besten durch zwei Brettchen (Spiegel) b b klar, die mittelst eines Stabes a, welcher den Strahl vorstellt, verbunden sind. Schneidet man den Stab senkrecht gegen seine Axe bei a durch, und hülst das eine Stück in das andere ein, so gehen die Bretter bei der Drehung der Hülse a im Azimuth aus ihrer Parallelität. Nur in zwei Fällen, bei der Parallelität und bei einer Drehung um 180° wird das Licht s vollkommen auf beiden Spiegeln nach s′ reflectirt; bei einer Drehung um 90° und 270° dagegen auf dem einen Spiegel nicht, und in allen Zwischenstellungen unvollkommen.



Nörrenberg'scher Polarisationsapparat: auf dem Fußgestell a a befindet sich ein horizontaler Spiegel C, darauf erheben sich zwei senkrechte Stäbe, zwischen welchen eine Glasplatte g (am besten von geschliffenem Spiegelglase) um zwei horizontale Zapfen b b beweglich ist. Oben befindet sich ein Ring c, welcher mit einer Glasplatte bedeckt, den zu betrachtenden Mineralen als Unterlage dient. Drehe ich nun das Glas g so, daß es verlängert den horizontalen Spiegel unter 54° 35′ (dem Complement des Polarisationswinkels) schneiden würde, so wird ein Lichtstrahl s, der unter dem Polarisationswinkel von 35° 25′ auffällt, senkrecht gegen den Spiegel C reflectirt. Der Spiegel wird also von polarisirtem Licht erleuchtet, und da nun die Gläser g und c durchlassen, so kann ein Mineral bei c im polarisirten Lichte beschaut werden. Das nähere Pouillet Müller Lehrb. Phys. II. 266. Die Buchstaben a a, b b und c C sind orientirt, wie die gleichnamigen Axen eines Krystalls.



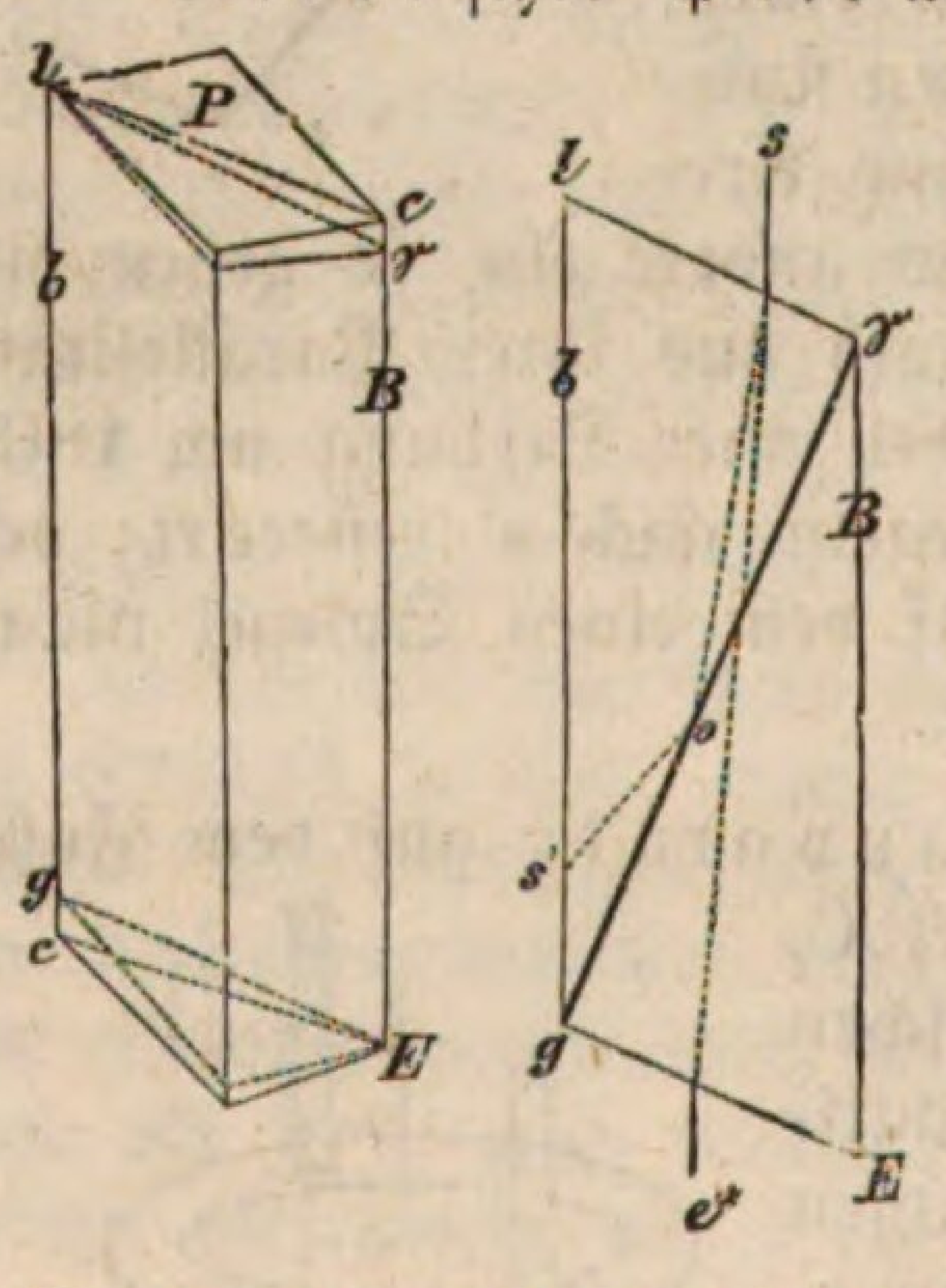
b) Der polarisirte Strahl wird in gewissen Lagen, wo der unpolarisirte zerlegt wird, nicht mehr durch doppelt brechende Minerale zerlegt.

Lege auf das Glas c des eingestellten Polarisationsapparates ein durchstochenes Kartenblatt, betrachte es durch die Fläche eines Kalkspathrhomboeders, so wird im Allgemeinen der Punkt zwar doppelt erscheinen, allein in vier Lagen einfach, und zwar so oft die Ebene der langen und kurzen Diagonalen des Kalkspaths senkrecht gegen die Glasplatte g steht.

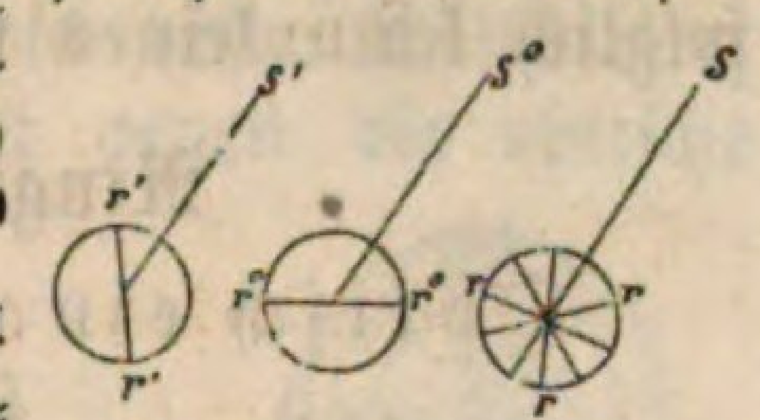
c) Der polarisirte Strahl ist unfähig, in einer bestimmten Lage durch eine Turmalinplatte oder ein Nicol'sches Prisma zu gehen.

Schleift man nämlich aus grünem oder braunem Turmalin eine Platte längs der Säulenaxe c, und sieht damit nach jenem Punkte polarisirten Lichtes im Kartenblatt, so wird der Punkt dunkel, so bald die Axe der Turmalinplatte in der Längsrichtung der Glasplatte g, d. h. in der Medianebene a a des Apparats, liegt, drehe ich dagegen Turmalinaxe c in die Queraxe b b des Apparats, so ist der Punkt am hellsten. Zwei solcher gegen einander verdrehbarer Platten bilden die bekannte Turmalinzange. Mit parallelen Axen c gegen einander gelegt sind sie durchsichtig, mit senkrecht gekreuzten Axen dagegen undurchsichtig, vorausgesetzt daß die Platten die gehörige Dicke haben.

Nicol'sches Prisma. Nimm einen länglichen Isländischen Doppelspath, woran c die gleichkantige Endecke, durch welche die Hauptaxe geht, bezeichnet, B und b sind die stumpfen Kanten von 105° 5′ der beiden ausgedehnten Blätterbrüche, bringt man sie durch Spaltung ins Gleichgewicht, so bildet davon der dritte Bruch P eine auf die stumpfe Kante B aufgesetzte Schiefendfläche. Dann ist Fläche l c B E c b ein Hauptschnitt des Rhomboeders mit dem stumpfen Winkel P/B = l c γ = 109° 4′ und dem scharfen P/b = 70° 56′. Statt P muß eine neue Schiefendfläche in der Richtung l γ und E g geschliffen werden, welche senkrecht gegen den Hauptschnitt gelegen mit b 68° folglich mit B 112° macht, also von dem Blätterbruch P um nicht ganz 3° abweicht. Jetzt durchsäge den Krystall so, daß die Schnittfläche senkrecht auf dem Hauptschnitt und zugleich senkrecht auf der Linie lγ steht, soll dieß mittelst eines Schnittes γg geschehen, so muß der Krystall so weit gespalten werden, daß lγ : lg = 1 : 2,67. Man kittet beide Stücke wieder mit canadischem Balsam zusammen, wie nebenstehender Hauptschnitt zeigt. Kommt nun ein Strahl s, so wird derselbe in zwei Strahlen o und e zerlegt. So lange s die ungefähre Richtung der Rhomboederkanten b und B hat ist der Winkel soγ kleiner als 22°, für die Parallelität beträgt er sogar 14½°, und in diesem Falle wird der ordentliche Strahl mit 1,654 Brechungsquotient von der Balsamschicht mit 1,536 Brechungsquotient total nach s′ reflectirt und von der schwarzen Firnißdecke, womit man die Seitenflächen überzieht, verschluckt. Der außerordentliche Strahl e dagegen, der 1,483 Brechungsquotient haben kann, geht durch die Balsamschicht durch, und mit diesem beobachtet man. Durch seine Farblosigkeit hat das Prisma Vorzug vor den Turmalinplatten.

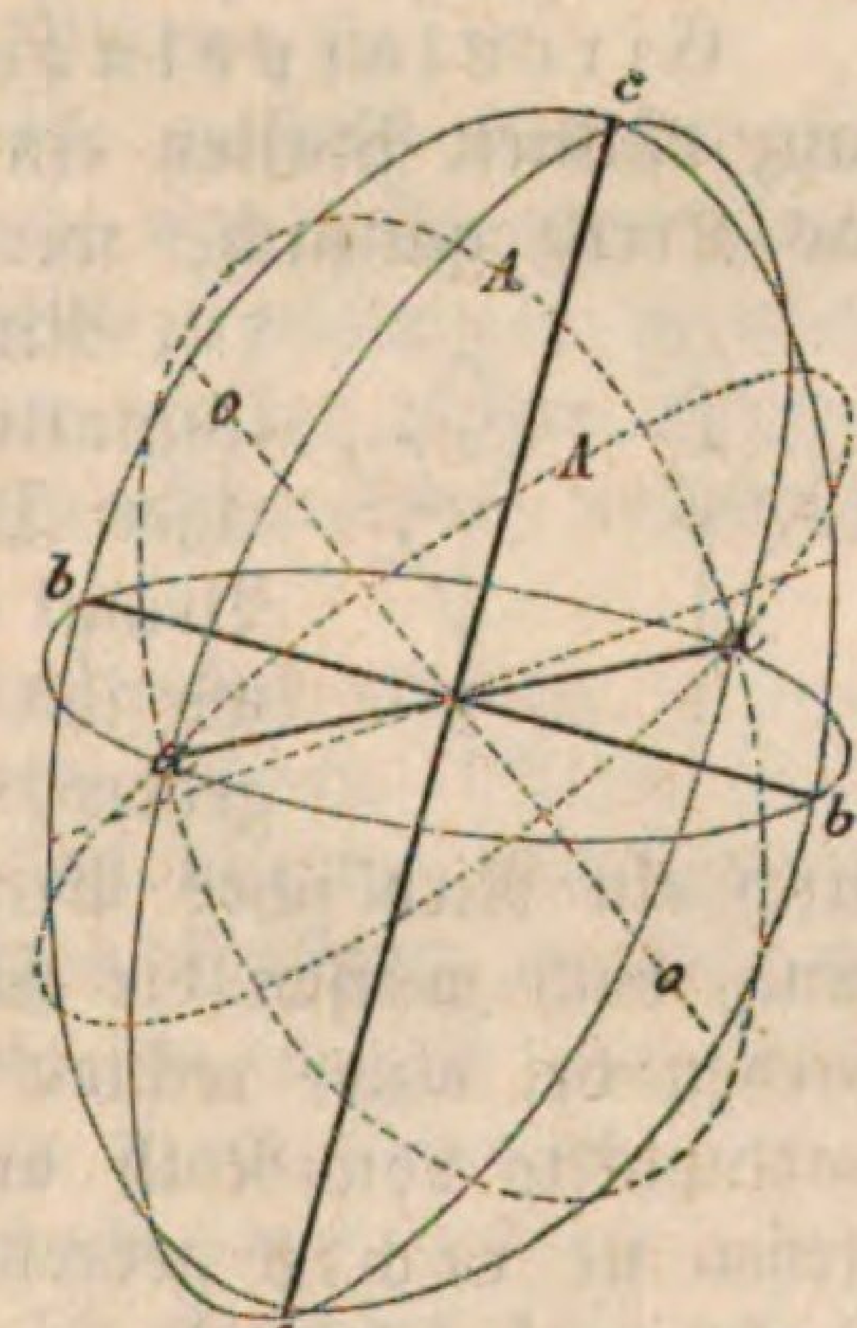


Erklärung. Man denkt sich, daß die Aethertheilchen eines unpolarisirten Lichtstrahles s senkrecht gegen den Strahl nach allen Richtungen, bei den polarisirten s′ und s⁰ dagegen entweder nach der einen Richtung r⁰ r⁰ oder nach der andern r′ r′ zu schwingen gezwungen seien. Beide Richtungen r⁰ und r′ stehen auf einander senkrecht, man sagt, die Strahlen s⁰ und s′ seien senkrecht zu einander polarisirt. Wenden wir dieß an:



Bei optisch einarigen Krystallen construirte Fresnel um die beiden Elasticitätsaxen c a, die ihrer Richtung nach mit den gleichnamigen krystallographischen zusammenfallen, eine Ellipse, und drehte diese Ellipse um die Axe c c. Sie gränzt ein Revolutionsellipsoid ab, dessen Querschnitt a a a a ein Kreis ist, parallel welchem die Elasticität im Krystall nach allen Richtungen die gleiche ist. Da der ordinäre Strahl o überall nach dem gleichen Gesetz gebrochen wird, so müssen seine Aethertheilchen parallel dem Querschnitte des Revolutionsellipsoides schwingen, denn nur so finden sie gleichen Widerstand, während die Ungleichartigkeit des Widerstandes nach den andern Richtungen das variable Gesetz des außerordentlichen Strahles bedingt. Nur wenn das Licht parallel der Axe c geht, liegen die Aetherschwingungen beider Strahlen o und e der Axenebene a a a a parallel, dieß gibt daher die Richtung der optischen Axen.

Bei optisch zweiarigen Krystallen sind drei verschiedene Elasticitätsaxen a b c vorhanden. Construirt man damit die drei auf einander senkrechten elliptischen Ebenen a b, a c und b c, so kann man in diesem elliptischen Sphäroid mit der mittlern Elasticitätsaxe (d. h. der Axe von mittlerer Länge, die a sein mag) zwei Kreise a A a construiren. Nur zwei solcher Kreise sind möglich, welche durch die Axe a gehen und symmetrisch gegen b und c liegen, senkrecht auf diese Kreisebenen stehen die beiden optischen Axen o o. Ihr scharfer Winkel wird entweder durch die kürzeste a (positiv) oder die längste Elasticitätsaxe b (negativ) halbirt, je nach der Beschaffenheit der Ellipsen. Jeder Kreis mit seiner senkrechten Axe o o bildet das Analogon eines optisch einarigen Krystalls. Daher muß die optische Queraxe die Axe mittlerer Elasticität sein, während die Mittellinie die kürzeste oder längste Elasticitätsaxe sein kann.



Sehe ich durch eine Turmalinplatte gegen das Doppelbild im Kalkspath, so schwindet bei aufrechter Turmalinaxe c das ordentliche Bild, und nur das außerordentliche bleibt sichtbar, folglich gehen in dieser Stellung die außerordentlichen Strahlen, welche im Sinne der Axe c schwingen, durch. Lege ich dagegen c horizontal und die Axenebene a a aufrecht, so schwindet das außerordentliche Bild, es können nur die Strahlen, welche parallel a a schwingen, durch. Das ist nun auch der Grund, warum in der Turmalinzange mit gekreuzten Axen Dunkelheit entsteht: die eine

Platte läßt nur die ordentlichen, die andere die außerordentlichen durch folglich kann keines von beiden durch beide Platten zugleich gehen.

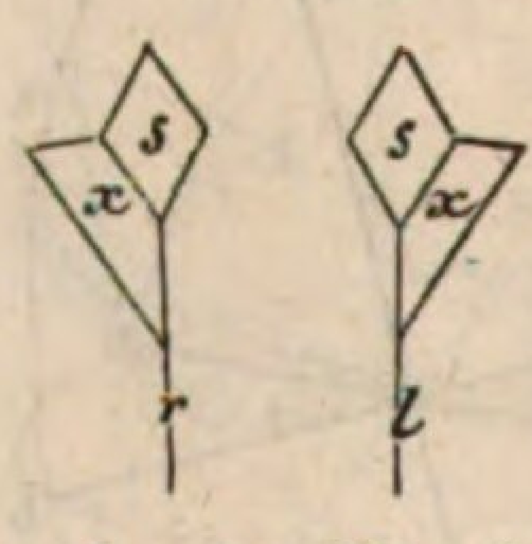
Ringsysteme in geschliffenen Krystallen.

Optisch einaxige Krystalle. Schleift man einen Kalkspath



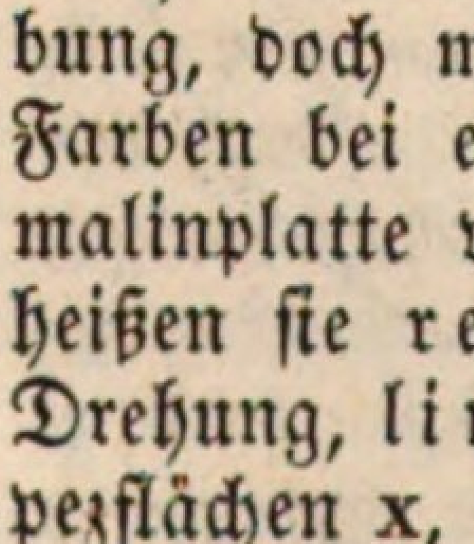
senkrecht gegen die Hauptaxe c, und nimmt das Stück in eine Turmalinzange mit gekreuzten Axen, so erscheinen gegen das Tageslicht gesehen schönfarbige Kreise mit einem dunkeln Kreuz. Das schwarze Kreuz entspricht den Schwingungsebenen der Aetherttheilchen im Turmalin. Bei parallelen Turmalinaxen ist die Erscheinung nicht so schön, das Kreuz wird hell und die Farben schlagen in Complementärfarben um. Je dicker die Platte und je stärker die Differenz der Brechungsexponenten beider Strahlen, desto schmäler die Ringe. Daher sieht man bei dünnen Platten, namentlich wenn die Masse nicht stark doppelt bricht, wie z. B. das Eis, die Ringe nicht oder doch sehr breit. Im homogenen Lichte (Weingeist mit Steinsalz auf den Docht gestreut) schwinden die Farben, die Ringe sind blos dunkel und hell. Wenn die Minerale nach der Gradendfläche einen blättrigen Bruch zeigen, wie z. B. der prachtvoll bei einer Temperatur von 15⁰—20⁰ krystallisirte viergliedrige Nickelvitriol $(\dot{N}i\dddot{S} + 7\dot{H}$ Pogg. Ann. 12. 144), so darf man sie nur spalten und zwischen die Turmalinzange nehmen.

Circularpolarisation. Der Bergkrystall zeigt zwar in ganz dünnen Platten ein schwarzes Kreuz, allein bei dicken verschwindet das Kreuz gänzlich, wir sehen in der Mitte einen gefärbten Kreis von



den Ringen außen umgeben. Dreht man eine Turmalinplatte in der Turmalinzange, so durchläuft bei gehöriger Dicke der innere Kreis alle prismatischen Farben. Bringt man den Quarz auf den Polarisationsapparat, wo ihn nur Strahlen, die parallel der optischen Axe gehen, treffen, also keine Ringe erscheinen, so zeigt er durch ein Nicol'sches Prisma angesehen eine prachtvolle gleichartige Färbung, doch müssen die Flächen gut parallel geschliffen sein. Gehen diese Farben bei einer rechten Drehung des Nicol'schen Prismas oder der Turmalinplatte von Roth durch Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett, so heißen sie rechts gedreht, und zeigen sie dieselbe Farbenfolge bei linker Drehung, links gedreht. Auffallender Weise richtet sich das nach den Trapezflächen x, l ist ein links und r ein rechts drehender Krystall. Solche Circularpolarisation hat Pasteur (Pogg. Ann. 80. 127) auch bei Lösungen von Krystallen nachgewiesen, wie z. B. der rechts- und links Traubensäure, deren Flächen man es schon ansieht, wohin ihre Flüssigkeiten drehen werden!

Optisch zweiaxige Krystalle zeigen senkrecht zu einer der optischen Axen geschnitten etwas elliptische Farbenringe mit



einem schwarzen Strich, z. B. Arragonit. Bei der Drehung der Krystallplatte dreht sich auch der Strich, aber nach der entgegengesetzten Seite hin. Oft braucht man nicht ein Mal zu schleifen, z. B. bei blättrigen Topasstücken, man darf dieselben nur in der Richtung einer optischen Axe zwi-

schen die Turmalinzange bringen, um die schöne Erscheinung zu sehen. Wenn der Winkel der optischen Axen scharf ist, wie beim Weißbleierz 5° 15′, Salpeter 5° 20′ 2c., so sieht man senkrecht gegen die optische Mittellinie geschnitten, zwei Curvensysteme, welche die Eigenschaften der Lemniscaten haben, und deren Form sich bei Drehung der Krystallplatte nicht ändert, wohl aber wird die Lage der beiden schwarzen Curven gegen die Lemniscaten stets eine andere. Wenn die Axenlinie a a der Salpeterplatte in der Turmalinzange 45° schief nach links oder rechts liegt, so ist die Mitte schön gefärbt, und die schwarzen Striche bilden nach außen offene Hyperbeln, so wie dagegen die Linie a a aufrecht steht, so erzeugt sich ein schwarzes Kreuz, was die Mitte gänzlich verdunkelt.





Hierin liegt ein praktisches Mittel, optisch einaxige Minerale von optisch zweiaxigen zu unterscheiden. Denn einaxige bleiben zwischen gekreuzten Turmalinplatten bei jeder Drehung dunkel, zweiaxige werden dagegen bei einer Kreisdrehung zwei Mal dunkel und zwei Mal hell. Noch bequemer hat man es auf dem Polarisationsapparate. Glimmer, Topas 2c. liefern gute Beispiele. Besonders interessant ist der Glimmer, weil darunter sich zuweilen auch optisch einaxige Blätter finden.

„Den Charakter der optischen Axen, ob selbe positiv oder negativ seien, findet man durch Kreuzung mit einer Platte von bekanntem Charakter. Werden die Ringe kleiner, so besitzen beide Substanzen gleichen Charakter, denn das Plattenpaar wirkt wie eine einzige dickere Platte. Werden die Ringe größer, so besitzen sie verschiedene Charaktere, denn das Plattenpaar wirkt wie eine dünnere Platte."

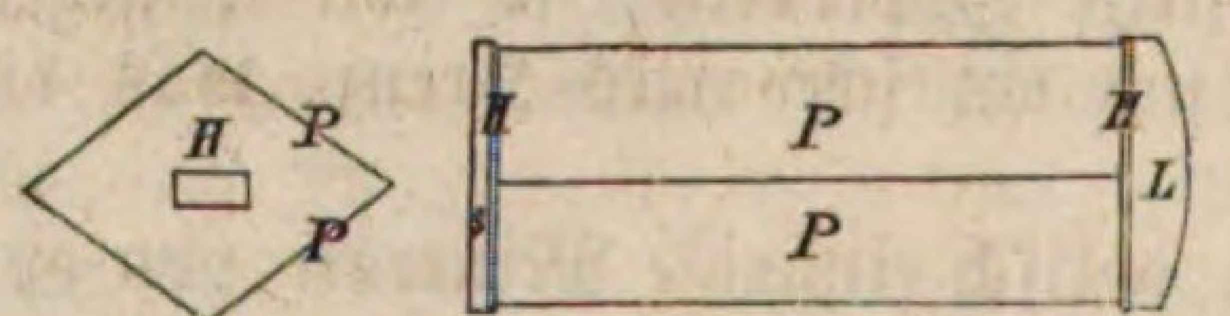
Die Betrachtung der Farben in den Ringen führt zu den feinern optischen Unterschieden, die wir nur kurz erwähnen können. Beim Salpeter ist der Winkel der rothen Axen kleiner als der blauen, beim Weißbleierz ist es umgekehrt, aber da sie dem 2gliedrigen Systeme angehören, so sind die Farben rings gleich vertheilt, wofern der Schliff nur senkrecht gegen die optische Axe geführt ist. Bei den 2+1gliedrigen Systemen, wie z. B. beim weinsteinsauren Kalinatron (Seignettesalz), dessen optische Axen für die rothen Strahlen 76°, für die violetten 56° haben, fällt der Mittelpunkt der verschiedenfarbigen Ringe nicht mehr zusammen, dadurch entsteht dann eine Verschiedenheit der Farben zwischen vorn und hinten, die der Unregelmäßigkeit des Krystallsystemes entspricht.

Farben dünner Krystallblätter. Schleift man optisch einaxige Krystalle parallel der optischen Axen, oder optisch zweiaxige parallel mit der Ebene der optischen Axen in dünne Blättchen, so zeigen sie im polarisirten Licht prachtvolle Farbenerscheinungen. Am besten eignet sich in dieser Beziehung Gyps, weil sein sehr deutlich blättriger Bruch parallel der optischen Axenebene liegt. Gleich dicke Blättchen erscheinen einfarbig, ungleich dicke mehrfarbig, Beweis daß die Farbe von der Dicke abhängt. Bei senkrecht gekreuzten Schwingungsebenen des Polarisations-

apparates sind die Blättchen farblos, sobald die optische Mittellinie des Blättchens mit einer der Schwingungsebenen zusammenfällt. Dreht man das Gypsblatt im Azimuth aus dieser Stellung nach der einen oder andern Seite hin, so werden die Farben immer lebhafter, am lebhaftesten bei 45°. Ist auf diese Weise die lebhafteste Farbe eingestellt, so entstehen dann bei der Drehung des Nicol'schen Prismas um 45° die Complementärfarben. Kreuzt man zwei gleichfarbige Gypsblättchen so, daß die ungleichnamigen Axen zusammenfallen, so wird die gedeckte Stelle entfärbt. Dickere Gypsplatten werden beim Drehen nur hell und dunkel, zeigen aber gegen homogenes Licht gesehen dunkele hyperbolische Streifen, in der Lage, wo dünne Blättchen die schönsten Farben sehen lassen.

Dichroismus.

Schon im bloßen Lichte zeigen manche Minerale Zweifarbigkeit, der Dichroit hat sogar seinen Namen darnach bekommen. Merkwürdiger jedoch ist die Verschiedenheit der Farben beider Bilder doppeltbrechender Mittel. Schon Brewster hat gezeigt, daß von den beiden Kalkspathbildern das außerordentliche eine tiefere weniger leuchtende Farbe habe, als das ordentliche. Sieht man nun vollends durch Kalkspath einen Rubin an, so wird für gewisse Stellungen das eine Bild auf Kosten des andern rother. Im Maximum findet der Unterschied senkrecht gegen die Axe gesehen Statt, wo bekanntlich die Bilder am weitesten auseinander treten. Haidinger über Pleochroismus (Pogg. Ann. 65. 1) hat zu diesem Zwecke ein kleines Instrument, Dichroskop, construirt. In seiner einfachsten Gestalt bedeckt man zwei Rhomboederflächen des Isländischen Doppelspathes mit schwarzem Firniß, schleift vorn und hinten eine Fläche H an, welche senkrecht gegen die Endkanten P/P des Rhomboeders steht. Vorn klebt man mit Canadabalsam eine Vergrößerungslinse L auf, damit beide Bilder durch schwache Vergrößerung etwas deutlicher werden, hinten ein Spiegelglas s. Außerdem versieht man die Hinterseite mit einer Blendung, worin eine kleine oblonge Lichtöffnung geschnitten wird, damit bei Beschauung größerer Krystalle zwei Farbenfelder scharf getrennt sind, und die Farben deutlicher hervortreten. Die lange Seite des Oblongums legt man der langen Diagonale der Schnittfläche H parallel, und die kurze Seite macht man so lang, daß die beiden Bilder mit ihrer langen Seite an einander stoßen. Durchsehend gewahren wir zwei Bilder: ein ordinäres o nach der langen Seite, und ein extraordinäres nach der kurzen Seite schwingend. Um zu sehen, welches Bild e oder o sei, dürfen wir nur einen schwarzen Fleck auf weißes Papier machen, o ist dann glatt, ohne sichtbare Papierfasern, an e sieht man nicht blos die Papierfaser, sondern es hat auch einen sehr deutlichen gelben und blauen Saum, die beide einander gegenüber liegen.





Nehmen wir jetzt einen kleinen Rubin von Ceylon, der in regulären sechsseitigen Säulen mit 3- und 6gliedrigen Endflächen krystallisirt, und kleben ihn horizontal der Axe c mit Wachs auf einen Nadelknopf: parallel der Axe c durchgesehen, also senkrecht gegen die Gradendfläche (Farbe der Basis), bleiben beide Bilder unverändert pur-



purroth, ihre Schwingungen gehen senkrecht gegen die Axe c, die Farben sind daher nicht verschieden, von Kleinigkeiten abgesehen. Legen wir jetzt die Rubinaxe c der Schwingungsebene von o parallel, so wird o ganz bleich, e bleibt aber intensiv roth (Axenfarbe), wie vorher, die Schwingungen parallel der Rubinaxenebene a a fallen hier mit denen von e zusammen.



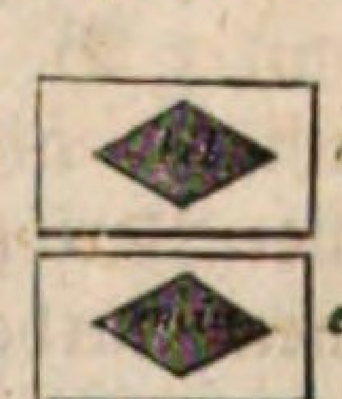
Stellen wir daher die Rubinaxe c aufrecht, so muß sich umgekehrt e entfärben, und o roth bleiben. Eine Folge davon ist, daß bei schiefer Stellung der Rubinaxe c gegen die lange Oblongseite, wenn die Drehung 45° beträgt, beide Bilder gleich aussehen, aber bleicher.





Es macht sich bei dieser Drehung aus der horizontalen oder verticalen Axenstellung in die schiefe gerade so, als wenn das eine Bild sich auf Kosten des andern färbte, daher erscheinen im Gleichgewicht vou 45° beide blasser. Die Farbe der Basis und Axenfarbe sind bei den potisch einaxigen Mineralen sehr wenig von der Farbe im bloßen Licht verschieden. Das Interesse liegt mehr in der Differenz der Farben beider Bilder, in welcher Beziehung sich die einzelnen Minerale nicht gleich verhalten. Man sagt daher, sie wirken mehr oder weniger auf das Dichroskop.

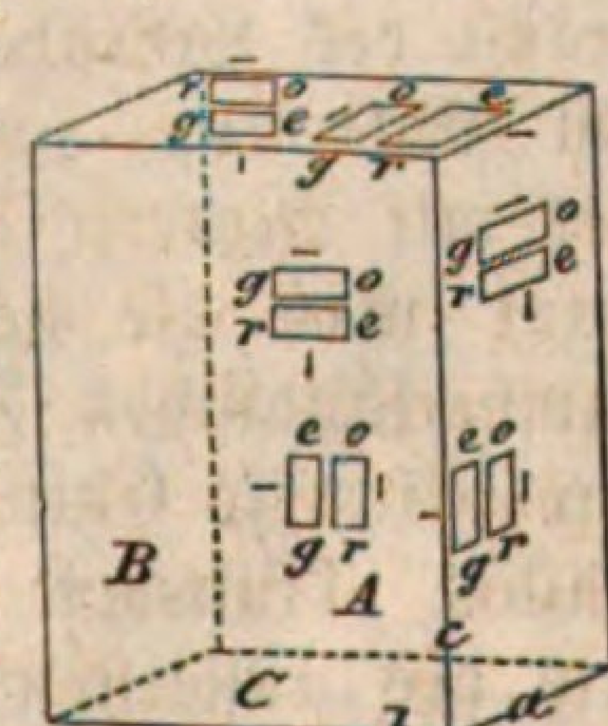
Nehmen wir jetzt einen brasilianischen Topas, wo möglich lilafarbigen, der 2gliedrig in geschobenen Säulen von 124° mit sehr blättriger Gradendfläche krystallisirt. Die Säulenkante geht der Axe c parallel, die kurze Diagonale des Blätterbruchs entspricht der Axe a, und die lange der b.



Sehen wir jetzt mit dem Dichroskop parallel der Axe c senkrecht gegen den blättrigen Bruch, so ist o schön lilafarbig, e lichtweingelb, vorausgesetzt daß die Axe b der langen Oblongseite parallel liegt; umgekehrt ist aber e lila und o gelb, sobald die kurze Axe a der langen Oblongseite parallel geht. Gleichfarbig werden dagegen beide Bilder für die Zwischenstellung, sobald eine der Säulenflächen ungefähr der langen Oblongkante parallel geht, und in diesem Falle schwächt sich das Lila ab, indem es sich unter beide Bilder gleichmäßig vertheilt.



Gegen die scharfe Säulenkante gesehen ist bei horizontaler Lage der langen Oblongkante o gelb und e roth, bei verticaler dagegen o roth und e gelb. Gegen die stumpfe Säulenkante gesehen tritt zwar der Unterschied nicht so scharf hervor, allein im richtigen Lichte betrachtet ist doch das obere Bild entschieden blasser, als das untere, und beim Anschleifen möchte vielleicht der Unterschied noch stärker hervortreten. Zur Versinnlichung dieser 6 Fälle mache man sich eine Oblongsäule mit Gradendfläche, deren Kanten respective den drei Axen a b c entsprechen, trage die Schwingungsrichtungen durch Striche ein.



Dann sieht man, daß auf den Säulenflächen A B alle rothen Bilder r parallel der Axe c schwingen; auf B C alle gelben g parallel der Axe a ꝛc. Will man jedoch kleine Unterschiede festhalten, so sind auf jeder Fläche für die verticale und horizontale Stellung des dichroskopischen Sehlochs zwei Farben zu unterscheiden auf A gelb parallel b und roth parallel c schwingend; auf B gelb parallel a und roth parallel c schwingend; auf C roth parallel b und gelb parallel a schwingend. Für die Zwischenstellung des

Sehlochs ändern aber die Farben, jedoch gehört das Detail davon in die feineren Untersuchungen der Optik.

Irisiren finden wir besonders bei blättrigen Mineralien: auf Klüften zeigen sich sehr schönfarbige Ringsysteme (Neutonianische Farbenringe), ihr Dasein blos einer dünnen Luftschicht dankend, die Interferenzen der Lichtwellen erzeugt. Am blättrigen Gyps zeigen sie sich häufig, bewegen sich sogar beim Druck, sind im reflectirten Lichte am sichtbarsten, und bleichen beim durchgehenden. Die brillanten Farben dünner Blättchen, wie sie sich besonders beim Zerreißen des Talkes zeigen, finden auch durch Interferenz ihre Erklärung. Die Regenbogenachate von Oberstein irisiren beim durchfallenden Lichte, da hängt es wesentlich mit der Gesteinstruktur zusammen. Granaten von Piemont zeigen nach der Entdeckung von Sismonda auf ihren Flächen feine Streifen, welche Regenbogenfarben erzeugen, taucht man sie ins Wasser, so schwindet die Farbe so lange, bis sie wieder trocken sind.

Das Anlaufen erzeugt ebenfalls nicht selten Regenbogenfarben, die in einem dünnen Niederschlage oder einer dünnen Zersetzungsschicht ihre Erklärung finden. Prachtvoll bunt angelaufen und zwar pfauenschweifig findet sich: Steinkohle, Eisenglanz, Brauneisenstein, Kupferkies 2c.; taubenhälsig gediegen Wismuth; regenbogenfarbig Grauspießglanz 2c. Man kann die Ursache oft leicht verfolgen. Wenn man z. B. einen glänzenden Schwefelkies wiederholt befeuchtet und trocknen läßt, so überzieht er sich bald mit einer irisirenden Schicht in Folge chemischer Zersetzung. Vergleiche hier die künstlichen Nobili'schen und Böttcher'schen Farben auf Metallplatten, die Färbung des Wismuths (Pogg. Ann. 74. 586), Kupferkies 2c. Die Schicht kann auch einfarbig sein, so läuft Silber gelb an 2c.

Ein einfaches Verschießen der Oberflächenfarbe kommt besonders bei opaken Erzen vor, Magneteisen hat auf alten Bruchflächen eine etwas andere Farbe als innen, Buntkupfererz läuft an frischer Bruchfläche schon nach wenigen Tagen mehr roth an 2c.

Ein inneres eigenthümliches von der Struktur herrührendes Farbenspiel kommt noch bei vielen Mineralen vor: das blaue Licht des Adular; die Regenbogenfarben des Feldspath und Labrador; die brennenden Farbentinten im Innern edler Opale; der Lichtschein der Faserstruktur des Gypses und Katzenauges; das wogende Licht mehrerer Edelsteine des Sternsapphirs und Chrysoberylls; die prangenden Farben fossiler Perlmutter (Muschelmarmor von Kärnthen). Man hat diese Erscheinungen noch nicht alle genügend erklären können, namentlich räthselhaft ist die Pracht des Labradorisirens: nach Brewster gehen die Farbenreflexe unter dem Mikroskop von kleinen viereckigen Blättchen aus, die entweder leer oder mit Materie geringerer Brechkraft erfüllt sein müssen. Fluoriren nennt man die eigenthümliche blaue Färbung, die besonders schön bei Cumberländischen Flußspathen beobachtet wird. Auch rohes Schieferöl, schwefelsaures Chinin, Aufgüsse von Kastanienrinde 2c. zeigen sie. Stockes (Philos. Transact. 1852) meint, daß die unsichtbaren Strahlen jenseits des äußersten Violett, durch eine im Innern dieser Körper vor sich gehende Zerstreuung, in andere Strahlen verwandelt werden, welche in die Gränze der Brechbarkeit fallen, für welche die Netzhaut empfindlich ist.

Glanz

wird durch Reflexion der Lichtstrahlen hervorgebracht. Bildet übrigens eine complicirte optische Erscheinung. Haidinger Sitzungsberichte der Kais. Akad. Wissensch. 1849. Heft IV. pag. 137.

Der Grad des Glanzes: ob stark glänzend, glänzend, wenig glänzend, schimmernd (Feuerstein), oder matt (Kreide), hängt meist von der Ebenheit der Oberfläche und bei Gemengen von der Größe des Korns ab. Wichtiger ist

die Art des Glanzes, welche von der Strahlenbrechung und Polarisation abhängen soll: 1) Metallglanz ist der intensivste und stets mit völliger Undurchsichtigkeit des Körpers verbunden. Gold, Silber, Kupfer, Bleiglanz ꝛc. 2) Diamantglanz tritt mit der Durchscheinenheit ein. Sowie Blende, Zinnstein, Rothgülden ꝛc. durchsichtig werden, geht ihr zweifelhafter Metallglanz in Diamantglanz über. Diamant und Weißbleierz die schönsten Beispiele. 3) Fettglanz gleicht Körpern mit fetten Oelen bestrichen. Eläolith und Pechstein liefern Muster. 4) Glasglanz, der Glanz des Glases und Bergkrystalls, findet sich bei den bei weitem meisten Mineralen, die nicht metallisch sind. Perlmutterglanz, von entfernter Aehnlichkeit mit Perlmutter, wird beim Blätterzeolith, Gyps, Glimmer ꝛc. durch die Lagerung der Blätter, und Seidenglanz beim Weißbleierz, Fasergyps, schillernden Asbest ꝛc. durch die Faserstruktur erzeugt. Substanzen mit geringer Strahlenbrechung zeigen Glasglanz, mit stärkerer Diamantglanz, mit stärkster Metallglanz! Vom Glanze der Flächen hängt die Deutlichkeit der Bilder ab, welche man im reflectirten Lichte darauf sieht. Diese Bilder werden in eigenthümlicher Weise verändert, sobald man z. B. einen Alaunkrystall ins Wasser taucht, abtrocknet und wieder darauf sieht, oder wenn man Flußspath mit Schwefelsäure, Kalkspath mit verdünnter Salpetersäure behandelt, Brewster in Fechners Centralblatt für Nat. und Anthropol. 1853. Nro. 42.

Durchsichtigkeit

hängt von der Menge durchgehender Lichtstrahlen ab. Dabei muß die Gleichartigkeit der Masse wohl berücksichtigt werden, denn durch Risse und Sprünge können selbst die klarsten Minerale sich trüben. Wenn der Körper Lichtstrahlen zerstreut und verschluckt, so spielt natürlich auch die Dicke ein wesentliches Moment. Durchsichtig heißen Minerale, wenn man durch sie scharfe Umrisse erkennt, z. B. lesen kann: Edelsteine, Bergkrystall, Kalkspath, Gyps. Eine rauhe Oberfläche hindert diese Durchsichtigkeit zwar leicht, allein will man sie nicht durch Schleifen und Poliren entfernen, so darf man nur an gegenüberstehenden Enden Glasplatten mit kanadischem Balsam aufkleben. Für optische Versuche ein wichtiges Hilfsmittel. Halbdurchsichtige Minerale dürfen polirt nur verwaschene Umrisse zeigen, Durchscheinende lassen nur noch in dünnern Stücken einen Lichteindruck wahrnehmen, dieß endigt endlich mit der Durchscheinenheit an den Kanten, wie im Hornstein, Kalkstein. Undurchsichtig heißen die Erze und Metalle, welche selbst an den kantigen Bruchstücken keinen Lichtschimmer mehr zeigen. Zwar weiß man,

daß selbst die opaksten Körper, wie z. B. Gold, als dünner Schaum von wenigstens $\frac{1}{200,000}$ Zoll Dicke zwischen Glasplatten gelegt ein grünliches Licht durchfallen lassen, feine Eisenglanzblättchen scheinen blutroth durch ꝛc., doch nennt der Mineralog das alles undurchsichtig.

Farbe

spricht das Auge am unmittelbarsten an, daher legte auch Werner ein großes Gewicht darauf. Die Körper scheinen einen Theil der farbigen Lichtstrahlen zu verschlucken, und die übrigen müssen dann ebenfalls farbig zurückgeworfen werden. Das Studium der feinern Farbenschattirungen macht zwar große Mühe, wer jedoch mit Farbenmischungen überhaupt sich abgegeben hat, findet sich leicht durch. Bekanntlich nimmt der Künstler nur drei Grundfarben an: Roth, Gelb und Blau, weil er daraus alle andern mischen, und durch Zusatz von Weiß und Schwarz auch alle Töne hervorbringen kann. Braun ist nur ein dunkler Ton von Gelb, denn das ziemlich reine Gelb der Gummigutt sieht auf trockner Oberfläche braun aus. Stellt man die drei Hauptfarben in einen Kreis, so liegen dazwischen die drei Hauptmischfarben Orange (gelbroth), Violet (blauroth), und Grün, ein so vollkommen Gemisch von Blau und Gelb, daß darin das Auge keine der Grundfarben wieder erkennt, also:

Roth
Orange Violet
Gelb Blau
Grün.

Das sind, wie schon Göthe bemerkt, im Grunde die Farben des Spectrums, Newton nahm zwar sieben an (Indigo), allein mehr aus theoretischen Gründen, um in der Zahl Uebereinstimmung mit den 7 Tönen der Oktave zu bekommen. Da nun ferner zwischen Weiß und Schwarz das Grau liegt, so sollte man 9 Charakterfarben unterscheiden, nämlich 5 Grundfarben (Weiß, Schwarz, Blau, Gelb, Roth) und 4 Hauptmischfarben (Grau, Grün, Violet, Orange). Die Sprache hat aber auf Violet und Orange kein Gewicht gelegt, statt dessen hebt sie Braun hervor, und so kam Werner zu folgenden 8 Charakterfarben:

1) Schneeweiß, carrarischer Marmor;
2) Aschgrau, Kalkepidot vom Fichtelgebirge;
3) Sammtschwarz, Obsidian;
4) Berlinerblau, Sapphir, Cyanit;
5) Smaragdgrün, Smaragd, Malachit;
6) Zitronengelb, Rauschgelb;
7) Carminroth, Rubin;
8) Kastanienbraun, Nilkiesel.

Jede Farbe hat nun ihre Schattirungen (Varietäten), dieser wird es natürlich so viele geben, als man überhaupt mischen kann, und da treten dann die Schwierigkeiten der sichern Bestimmung ein. Werner unterscheidet beim

1. Weiß: schnee-, röthlich-, gelblich-, grünlich-, blaulich- (milchweiß), graulich weiß. Aber eben so gut kann man von violettig-

und orangeweiß sprechen, die beim Quarz schön vorkommen. Das Schneeweiß hängt wesentlich von der Struktur ab: farblose Krystalle zu Pulver gestoßen geben undurchsichtiges Weiß, wie sich also Schnee zum klaren Eise, so verhält sich weißer Statuenmarmor zum wasserhellen Doppelspath, Alabaster zum Fraueneis. Auch durch Verwitterung entstehen bei dem wasserhellen Zeolith Schneefarben, indem durch Wasserverlust ihre Atome gelockert werden. Am

2. Grau hebe ich nur das Perlgrau, ein violettiges Grau (Porzellanjaspis) und Rauchgrau, ein bräunlich Grau (Feuerstein) hervor.

3. Schwarz verdanken die Steine häufig kohligen und bituminösen Theilen oder Beimengungen von Magneteisen. Rabenschwarz hat einen Stich ins Grün, Pechschwarz einen Stich ins Gelb, was besonders am Pulver hervortritt.

4. Blau steht dem Schwarz am nächsten, besonders durch Kobalt, Eisen ꝛc. erzeugt. Da es neben Roth und Grün steht, so bilden diese hauptsächlich seine Nüancen. Das Lasurblau des Lasursteins hat einen Stich ins Roth, und beim Violblau des Amethystes und Flußspathes ist Roth und Blau ins Gleichgewicht getreten. Im Lavendelblau des Porzellanjaspis erkennt man Violblau mit viel Aschgrau. Pflaumenblau im Zirkon, Spinell ꝛc. ist ein röthlich Violblau. Smalteblau am Achydrit ein reines Blau mit Weiß. Indigblau ein schwarzes Blau mit einem Stich ins Grün, Vivianit. Entenblau ein schwarzes Blau mit viel Grün im dunkelfarbigen Talk. Himmelblau ein weißes Blau mit Grün, Linsenerz, Türkis.

5. Grün hauptsächlich durch Chrom, Nickel, Kupfer, Eisen erzeugt. Aus Blau und Gelb bestehend streift es besonders nach diesen Seiten hin. Spangrün hat viel Blau in der Kupferfärbung des Amazonensteins. Seladongrün ist in der Grünerde von Monte Baldo spangrün mit Grau. Berggrün ein blasses Spangrün mit viel Grau, Farbe der grünen Keupermergel. Lauchgrün im Prasem von Breitenbrunn hat viel Schwarz. Apfelgrün im nickelgefärbten Chrysopras von Kosemütz ein reines weißes Grün, kaum mit einem Stich ins Gelb. Grasgrün ein reines Grün mit wenig Gelb, Strahlstein, Diopsid, Buntbleierz. Geht leicht ins Spargelgrün, Blaßgrün mit viel Gelb, Apatit im Talk von Tyrol. Pistaziengrün, im Epidot von Arendal, das ächte Saftgrün der Maler, ein schwarzes Grün mit viel Gelb. Olivengrün im Olivin ist nicht so dicht, und hat auch Grau. Oelgrün im Pechstein hat auch viel Grau und Gelb. Zeisiggrün ein reines lichtes stark gelbliches Grün, Kalkuranglimmer.

6. Gelb besonders durch Eisenoxydhydrat erzeugt, Grün und Roth als Nebenfarben. Schwefelgelb ein lichtes Gelb mit einem entschiedenen Stich ins Grün. Strohgelb blasses Gelb mit Grau, Karpholith. Wachsgelb ist graubraun, Gelbbleierz. Honiggelb ist dunkel mit einem Stich ins Roth, Honigstein, Bernstein, Flußspath. Ochergelb ist röthlichbraun. Weingelb ist blos mit einem Stich ins Roth, Topas vom Schneckenstein. Isabellgelb hat viel Grau, Natrolith von Hohentwiel. Oraniengelb die Farbe der reifen Pommeranzen, Strich des Realgar.

7. Roth rührt häufig von Eisenoxyd her. Gelb und Blau als Nebenfarben. Morgenroth ein hohes Feuerroth mit Gelb, Realgar, Rothbleierz. Hyacinthroth ist das reine Gemisch von Gelb und Roth, hat aber im Hyacinth schon etwas Schwarz. Ziegelroth hat viel Schmutziggrau, Farbe des Eisenoxyds in den gebrannten Ziegeln. Scharlachroth ist hochroth mit einem starken Stich ins Gelb, Zinnober. Fleischroth ist blaß gelbroth am Feldspath. Blutroth die Farbe des Pyrop's mit Gelb. Rosenroth ein blasses reines Roth, Rosenquarz. Pfirsichblüthroth im Lepidolith von Mähren hat viel Blau. Kolombinroth im edlen Granat ist dunkel mit deutlichem Blau. Kirschroth neigt ins Schwarze beim Rothspießglanz.

8. Braun. Das Nelkenbraun im Rauchtopas und Axinit zieht sich ins Violblau, das Haarbraun im Holzzinn ins Gelblichgrau, das Leberbraun im Granat von Orawitza ins Grün ꝛc.

Die Wichtigkeit der Farben ist bei verschiedenen Mineralen sehr verschieden, und namentlich muß man wohl unterscheiden, ob die Masse als solche

farbig oder gefärbt

sei. Die Masse der gefärbten (wie die meisten Silicate und Salinischen Steine) ist an sich farblos oder weiß, und bekommt erst ihre Tinten durch eine fremdartige (metallische) Beimischung, die mehr oder weniger zufällig wegen ihrer Kleinheit noch nicht einmal überall bestimmt ermittelt werden konnte. Wegen des zufälligen Färbemittels pflegen dann auch die verschiedensten Farben vorzukommen: so möchte beim Quarz, Flußspath, bei den Edelsteinen ꝛc. keine Farbe fehlen, und wenn sie noch nicht gefunden ist, so darf man sie in Zukunft erwarten. Ganz anders verhalten sich die farbigen Massen mit ihrer

Charakterfarbe, die Farbe ist da nicht blos in ihren Nüancirungen enger begränzt, sondern die Masse als solche kann gar nicht anders, als bestimmtfarbig erscheinen: Kupferlasur ist immer blau, Malachit grün, Bleiglanz grau ꝛc. Hier hat dann die Farbe eine ganz andere Bedeutung, und ihr genaues Studium ist für das Erkennen unerläßlich.

Die Qualität der Farbe muß noch ganz besonders hervorgehoben werden, denn sie zeichnet sich trotz aller Zufälligkeiten doch nicht selten in so specifischen Unterschieden aus, daß der Scharfblick eines Kenners mit Takt zu sondern weiß, was der Ungeübte kaum für möglich halten würde. Vor allem übt der Glanz einen Einfluß: so wird durch den feuchten Glasglanz des Flußspathes die bunte Farbe in einer Weise modificirt, daß man sie überall wieder herauserkennt; der halbmetallische Schimmer des Diallag's und seiner Verwandten läßt die Mannigfaltigkeit der Farben in einem allen gemeinsamen Schiller leuchten, der freilich oft sehr versteckt liegt. Besonders aber verdienen vor den nicht- und halb-metallischen Farben

die Metallfarben Auszeichnung, deren eigenthümlicher Eindruck offenbar durch den Glanz bedingt ist. Es sind alles Charakterfarben, und wenn auch das Brennende und Extreme fehlt, so sind selbst die feinsten Abstufungen wichtig, da sie in unabänderter Schärfe der Substanz inwohnen, vorausgesetzt, daß ihr Gefüge keine Veränderung erleidet.

1. Roth. Kupferroth, die Farbe des Kupfers auf frischem Strich, enthält bedeutend Gelb, aber nur wenig Grau. Weniger Roth

sind die glimmerartigen Blätter des Antimonnickel von Andreasberg, bleicher mit mehr Gelb und Grau der Kupfernickel. Das Roth im Buntkupfererz ist schon so gelbgrau, daß man es tombakbraun nennen kann. Das schönste

Tombakbraun kommt halbmetallisch bei verwitterten Glimmern (Katzengold) vor, es ist die Farbe der Messinglegirung mit viel Kupfer und wenig Zink, wobei also neben Graugelb immer noch ein Stich ins Roth bleibt. Der Sternbergit soll nach Zippe ausgezeichnet tombakbraun sein. Der Magnetkies hat zwar schon viel Gelb, aber doch immer noch einen solchen Stich ins Roth, daß man ihn noch zum Tombakbraun stellen darf. Blende, Hauerit etc. haben zwar auch viel Roth, sind aber kaum halbmetallisch.

2. Gelb. Speisgelb, Gelb mit Grau, ausgezeichnet beim Schwefelkies; der Binarkies scheint schon etwas lichter. Messinggelb, die ausgezeichnete Farbe des Kupferkieses, hat gegen Schwefelkies gehalten einen entschiedenen Stich ins Grün. Goldgelb ist das reinste metallische Gelb, in seiner intensivsten Farbe erinnert es mehr an Ocher- als Zitronengelb. Da dünne Goldblättchen grün durchscheinen, so mag daraus zum Theil die messinggelbe Farbe der Siebenbürgischen Goldblättchen sich erklären. Durch Legirung mit Silber folgen dann alle Stufen der Verblassung.

3. Weiß. Silberweiß, die Farbe des Silbers auf frischem Strich, hat einen entschiedenen Stich ins Gelb. Der Arsenikkies steht ihm zwar nahe, hat aber mehr Grau statt Gelb. Wismuth und Glanzkobald von Tunaberg sind dagegen röthlichsilberweiß; Zinnweiß hat einen Stich ins Blau, Quecksilber, Antimon, Speiskobalt.

4. Grau hält die Mitte zwischen Weiß und Schwarz, und die Gränzen sind unsicher, so nennen Einige das Platin noch Weiß, Andere schon Grau. Das normale Grau ist

Bleigrau, die Farbe des frischen Bleies, sie ist bei den Erzen so verbreitet und selbst in ihren feinern Abstufungen so wichtig, daß man es nicht unterlassen muß, die Hauptabänderung zur Vergleichung sich zusammen zu stellen:

Weißlichbleigrau ist das gediegene Arsenik auf frischer Bruchfläche.

Gemeinbleigrau ist das Grauspießglanz, es hat einen Stich ins Blau, und unterscheidet sich dadurch von Stahlgrau.

Frischbleigrau, die brennende Farbe des Bleiglanzes, zeigt einen entschiedenen Stich ins Roth, noch rother ist Molybdän.

Schwärzlichbleigrau ist das gemeine Bleigrau mit viel Schwarz, Glaserz, Kupferglas.

Stahlgrau ein fahles Grau ohne Blau: Zinckenit, Schrifterz, Wismuthglanz, die lichten Fahlerze.

5. Schwarz. Eisenschwarz mit viel Grau, Magneteisen, Eisenglanz.

Das entschiedene Blau und Grün fehlt also, beide treten aber häufig beim Anlaufen der Metallfarben auf.

Farbenzeichnung. Die Farben sind nicht immer im Minerale gleichmäßig vertheilt. Ausdrücke wie punktirt, gefleckt, gewolkt, geflammt,

gestreift, marmorirt sind von selbst verständlich. Höchst eigenthümlich sind die dendritischen Zeichnungen in Achaten und Kalksteinen, deren schwarze Mangansuperoxydfärbung sich wie Bäumchen verzweigt, welche namentlich in den Solnhofer Schiefern den alten Petrefactologen viel zu schaffen machten. Die Färbung vertheilt sich darin nach dem Gesetz der Haarröhrchen. Aber auch in Krystallen sind öfter ungleiche Färbungen am Diopsid, Turmalin von Elba ꝛc. sehr auffallend, sie verschwimmen gegenseitig in unregelmäßigen Gränzen, beim Smaragd scheiden sie sich dagegen zuweilen genau nach der Gradendfläche der sechsseitigen Säule.

Strich. Die Farbe des Pulvers ist namentlich bei Erzen nicht selten auffallend anders als die des unverletzten Minerals. Man nimmt das schon wahr, wenn man das Mineral einfach mit dem Messer ritzt. Deutlicher wird die Sache, sobald man über die rauhe Fläche einer Porzellan-Biscuit-Platte hinfährt, wozu man die Hinterseite einer porzellanenen Abdampfschüssel benützen kann.

Specifisches Gewicht.

Darunter versteht man das Verhältniß des Gewichts zum Volumen. Als Einheit nimmt man das Wasser an, dann ist ein Cubikzoll Quarz 2,65mal schwerer als ein Cubikzoll Wasser.

Das absolute Gewicht g durch das Gewicht eines gleichen Volumens Wassers $g-\gamma$ dividirt gibt das specifische Gewicht. Man bedient sich dabei der gewöhnlichen Wage der Chemiker, die bei 100 Gramm Belastung noch 0,5 Milligramm, also $\frac{1}{200{,}000}$ Theil, angibt. Zu Löthrohrproben hat man feine Hebelwagen, die bei 2 Decigrammen Belastung 0,1 Milligramm noch deutlich anzeigen. 1 Quentchen = 3,6 Gramm. Beispiel. Ein Topas wog in der Luft 8,75 Grm. = g; jetzt befestige man ihn an einem Coconfaden oder einem andern feinen Haar und wiege ihn unter Wasser, er wird dann um so viel leichter sein, als er Wasser verdrängt, also 6,25 Grm. = γ wiegen. Das Gewicht des gleichen Volumen Wasser muß daher $g-\gamma = 2{,}5$ Grm. betragen, folglich das specifische Gewicht $\frac{g}{g-\gamma} = 3{,}5$.

Klaproth wog auch in einem Fläschchen mit eingeriebenem Stöpsel, der oben ein Loch hat: zuerst bringe das mit Wasser gefüllte Fläschchen auf der Wage ins Gleichgewicht, wirf das Mineralstück in die Flasche, so wird es gerade so viel Wasser verdrängen als es groß ist, also γ wiegen. In der Luft gewogen war es aber g, woraus das Resultat erwächst.

Ist das Mineral im Wasser löslich, so wiegt man z. B. Steinsalz in Terpentinöl (0,872), Gyps in Alkohol. Man muß dann aber die gefundene Zahl mit dem specifischen Gewicht der Flüssigkeit, in welcher man gewogen hat, multipliciren.

So einfach das Verfahren auch sein mag, so stellen sich der genauen Ausführung doch Hindernisse aller Art entgegen. Namentlich spielt die Adhäsion des Wassers eine Rolle, sie macht fein vertheilte Niederschläge bald schwerer bald leichter als derbe Stücke (Osann Pogg. Ann. 73. 605). Wenn Minerale ein sehr hohes specifisches Gewicht zeigen, so muß man

möglichst große Stücke wiegen, weil Fehler im Wiegen dann geringern Einfluß haben.

Beim Merken des specifischen Gewichtes ist es gut, an das der Erde zu denken. Laplace setzt die mittlere Dichtigkeit der Erde 4,76, Reich 5,5. Nehmen wir im Mittel 5fach, so wäre es das der gewöhnlichsten Eisenerze: Eisenglanz, Magneteisen, Schwefelkies ꝛc.

Am schwersten sind die gediegenen Metalle: Iridium 23,6, Osmiridium 21,12, Platin gemünzt 22,1 und Gold 19,3, beide letztere in ihrem natürlichen Vorkommen aber immer leichter.

Wolfram 17,6, Quecksilber 13,6, Blei 11,39, Silber krystallisirt 10,8, Kupfer 8,96, Meteoreisen 7,79.

Hier schließen sich schon Erze an: Zinnober 8, Bleiglanz 7,5, Glaserz 7,2, Wolfram, Zinnstein 7, Weißbleierz 6,5 ꝛc., die also alle über das Gewicht der Erde hinausreichen.

Das hohe Steingewicht bleibt dagegen immer unter dem 5fachen: Schwerspath 4,5, Zirkon 4,4, Granat 4,3, Korund 4, Diamant 3,5.

Das gemeine Steingewicht sinkt auf die Hälfte des Erdgewichtes herab: Kalkspath 2,7, Quarz 2,7, Feldspath 2,6. Was darunter geht, sind schon

leichte Steine, wie Gyps 2,3, Blätterzeolith 2,2, Schwefel 2, Steinkohle 1,7 und leichter, Bernstein 1,1.

Eichenholz 0,93, Tannenholz 0,55, Kork 0,24.

Schwefelsäure 1,85, Steinöl 0,75.

Atmosphärische Luft 0,001299, Wasserstoff 0,00008937. Folglich Irid : Wasserstoff = 1 : 0,0000038. Gediegen Iridium wäre also fast dreihunderttausendmal schwerer als Wasserstoff.

Cohäsionsverhältnisse.

Die Atome (Molecule) hängen unter einander auf verschiedene Art zusammen, namentlich unterscheidet der Physiker drei Aggregatszustände a) Gasförmig oder elastischflüssig. Atmosphärische Luft dringt in alle Räume der Erde. Kohlensäure bricht besonders mit Quellen und Vulkanen hervor. Kohlenwasserstoff, Schwefelwasserstoff ꝛc. fehlen der Erde zwar nicht, allein sie fallen mehr dem Gebiete der Chemie anheim.

b) tropfbarflüssig. Meer, Seen und Flüsse mit ihren Quellen, die unter Umständen eine feste Form annehmen, fallen schon mehr in unser Gebiet. Quecksilber und Steinöl, als von festen Theilen der Erde eingeschlossen, sind nie bestritten worden.

c) fest, die Theile fließen nicht von selbst auseinander, sondern ihre Verschiebung setzt einen Widerstand entgegen, der bei verschiedenen Körpern sehr verschieden ausfällt, und ein wesentliches Kennzeichen abgibt. Man nennt es Härtegrade, die mittelst gegenseitiger Ritzung geprüft werden, das Härtere ritzt das Weichere. Gewöhnlich bedient man sich blos einfach des Federmessers. Mohs wendete auch eine Feile an, andere haben den Druck gemessen, welchen man ausüben muß, um den Körper zum Eindringen in das Mineral zu bringen (Franz Pogg. Ann. 80. 37). Für Ermittelung feiner physikalischen Eigenschaften sind solche

complicirten Instrumente allerdings wichtig, für den praktischen Mineralogen haben sie jedoch nicht die Bedeutung, die man ihnen wohl hin und wieder beilegt. Für die Vergleichung der verschiedenen Härtegrade ist die Mohs'sche

Härtescala allgemein eingeführt:

1) Talk, der grünlich weiße aus den Alpen.

2) Steinsalz, blättriges, hat genau die Härte des Fingernagels, während der blättrige Gyps noch deutlich mit dem Nagel geritzt werden kann.

3) Kalkspath, besonders der blättrige von Erzgängen, läßt sich sehr leicht mit dem Messer ritzen.

4) Flußspath.

5) Apatit hat ungefähr Glashärte, läßt sich daher mit dem Messer nur noch schwer beschädigen.

6) Feldspath, besonders der klare aus den Alpen, gibt mit dem Stahle noch keine stark glühenden Funken.

7) Quarz mit dem Stahle gute Funken gebend.

8) Topas, mit ihm beginnt die Edelsteinhärte.

9) Korund ist der härteste unter den Gemmen, nur weit davon folgt der

10) Diamant, der daher blos in seinem eigenen Pulver geschliffen werden kann.

Gewöhnlich setzt man bei der Härteangabe blos die Zahl hin, doch darf man darin keine mathematischen Abstufungen vermuthen, wozu die Decimalbrüche mancher Schriftsteller verleiten könnten. Zwischen Korund und Diamant soll bei weitem der größte Abstand sein, was der Schleifer vor allem aus der Art wie er beim Schleifen angegriffen wird wahrnimmt. Der ächte Smirgel ist Korund, und deshalb findet er beim Schleifen harter Steine hauptsächlich Anwendung. Quarz ist unter den gemeinen Steinen der härteste, was über ihn hinausgeht, zählt schon zur Edelsteinhärte. Unter dem Quarze stellt sich Zinnstein 7—6, Eisenglanz 6, Eisen 6—5 ꝛc. ein. Die meisten gediegenen Metalle sind unter Kalkspathhärte, werden aber durch Legiren etwas härter.

Wenn man die Härte mit der Feile prüft, so wird vom Feldspath = 6 die Feile zwar schon polirt, allein aus Ton, Pulvermenge und Politur der Feile kann man dennoch auf die Härte zurückschließen.

Härteverschiedenheiten kommen öfter an ein und demselben Minerale vor, wie das in so auffallender Weise der Cyanit zeigt, der auf dem Blätterbruch 5 und auf den Säulenkanten 7 hat. Auf dem blättrigen Bruche des Gypses kann man die Unterschiede schon mit der Feder wahrnehmen. Wenn man damit über die Spiegelfläche hinfährt, so dringt sie am leichtesten senkrecht gegen den Faserbruch ein. Beim Kalkspath fällt es gar mit dem Federmesser auf, was bereits Huyghens wußte: ritzt man nemlich den blättrigen Bruch längs der kurzen Diagonale von stumpfem Winkel zu stumpfem Winkel, so bekommt man kein rechtes Pulver, wenn man an der Endecke c ansetzt, und hinabfährt, entgegengesetzt von der Seitenecke aus umgibt sich der Strich dagegen sogleich mit viel Pulver. Beim Bleiglanz kann man die Sache mit bloßer Hand nicht mehr wahrnehmen, doch soll die Masse parallel den Würfelkanten etwas härter sein, als parallel den Diagonalen. Franz stellt als allgemeines Gesetz auf,

daß die härteste Richtung im Krystall den Blätterbrüchen parallel gehe, die weichste aber darauf senkrecht stehe. Frankenheim de crystallorum cohaesione 1829 und Baumgärtners Zeitschrift für Physik. 9. 94. Seebeck in Hartmann's Jahrbüchern der Mineral. und Geol. 1. 123.

Qualitative Härte (Tenacität).

1) Spröde, lassen sich schwer beugen, aber leicht zerreißen. Will man von dem Mineral mit dem Messer etwas trennen, so fliegen die Theilchen mit Geräusch fort. Edle und halbedle Steine, Kalkspath ꝛc.

2) Biegsam, lassen sich leicht beugen, aber schwer zerreißen: elastischbiegsam der Glimmer, welcher in seine vorige Lage zurückspringt, gemeinbiegsam der Talk, welcher das nicht thut.

3) Milde, die Minerale lassen sich zu Staube oder Blättchen kratzen, die Stückchen bleiben aber auf dem Messer liegen. Gyps, Talk, Grauspießglanz ꝛc.

4) Geschmeidig, es lassen sich zerbrechliche Späne abschneiden, Wismuth, Glaserz, Hornsilber.

5) Dehnbar, die abgeschnittenen Späne sind streckbar (lassen sich zu Draht ziehen) und hämmerbar (lassen sich zu Blech ausplatten): Gold, Silber, Platin, Eisen, Kupfer (Zink, Zinn), Blei. Vergoldete Silbermünzen scheinen auf frischer Schnittfläche vergoldet zu sein, weil sich eine Goldhaut über den Schnitt legt. Platindraht innerhalb eines Silberbarren ausgedehnt, das Silber alsdann mit Salpetersäure gelöst, gibt Platinfäden, die das bloße Auge nicht sieht, und wovon 140 auf einen Coconfaden gehen.

Zersprengbarkeit ist sehr schwer, schwer, leicht oder sehr leicht. Dehnbare Metalle lassen sich gar nicht zerschlagen, sondern nur zerreißen. Hornblendegesteine, Gyps, Talk lassen sich schwer zerschlagen, Obsidian dagegen sehr leicht. Die Trennungsfläche heißt Bruch. Vom blättrigen Bruch haben wir schon pag. 9 geredet. Ihm steht der dichte Bruch gegenüber, welcher sein kann

1) muschelig, vom Schlagpunkte gehen regelmäßige concentrische Wellen aus, welche man nicht unpassend mit einer Muschel verglichen hat. Nach der Art des Glanzes kann er Glas-, Opal- oder Feuersteinbruch sein.

2) splittrig, auf der mehr oder weniger muscheligen Schlagfläche reißen sich grobe oder feine Splitter los: Serpentin, Hornstein, Chalcedon. Meist nur bei unkrystallinischer Masse.

3) Eben. Große Continuität, aber die Substanz schlammig, gewisse Kalksteine.

4) Uneben, bei erdigen Massen.

5) Hackig, kommt nur durch Zerreißen geschmeidiger Metalle zum Vorschein, es ziehen sich dabei Fäden, welche am gebrochenen Ende etwas einbiegen.

Zerreißbarkeit wird mit Stangen oder Drähten mittelst Gewicht geprüft. Eisen am haltbarsten.

Tragkraft besonders für Bausteine wichtig. Ein Porphyrcylinder

von einem Quadratfuß Fläche kann 5000 Ctr. tragen, Granit 1800, Marmor 450, Bimstein 71.

Porosität. Die Substanz enthält Zwischenräume, sogar Blasen mit Flüssigkeiten und Gas gefüllt. Manche Minerale kleben an der Zunge, entwickeln unter der Luftpumpe Gas, nehmen färbende Mittel auf (Achat). Eine Goldkugel mit Wasser angefüllt bekommt bei starkem Druck auf der Oberfläche thauähnliche Tropfen (Acad. zu Florenz 1661).

Zusammendrückbarkeit. Fundamente großer Gebäude drücken sich zusammen. Münzen erhalten durch den Stoß des Stempels ein Gepräge, wobei das Volumen kleiner, folglich das specifische Gewicht größer wird.

Elasticität, der zusammengedrückte Körper nimmt sein ursprüngliches Volumen wieder ein. Die Elasticitätsaren ergeben sich besonders durch den Klang und die Klangfiguren. Höchst interessant ist in dieser Beziehung eine Abhandlung von Savart (Pogg. Ann. 16. 227) über den Bergkrystall mittelst Schallschwingungen. Er schnitt kreisförmige Platten von einer Linie Dicke und 23 bis 27 Linien Durchmesser. Wären diese homogen wie Glas, so müßten sie alle unter gleichen Bedingungen gleiche Knotenlinien und gleiche Töne geben. Das war aber nicht der Fall, sondern die Töne auf den verschiedenen Flächen konnten um eine Quinte von einander abweichen. Alle Flächen mit gleichem krystallographischen Ausdruck verhalten sich gleich, nur mit der Ausnahme, daß am Diheraeder die drei des einen Rhomboeder anders tönen, als die drei des andern, woraus hervorgehen würde, daß der Bergkrystall rhomboedrisch genommen werden müßte. Auch Kalkspath und Spatheisenstein wurden in die Untersuchung hineingezogen.

Magnetismus.

Die Hauptrolle spielt in der Natur das Magneteisen, von den Alten ausschließlich Magnet genannt. Wenn derselbe einige Zeit der Verwitterung ausgesetzt war, so zieht er Eisenfeilspäne an, bekommt einen Bart, wirkt also polarisch (attraktorisch), aber immerhin nur schwach. Stark wirkt er dagegen auf die Magnetnadel und andere künstliche Magnete (retraktorisch), er kann damit z. B. aus dem Sande in großen Mengen herausgezogen werden. Schwächer ist der Magnetkies, das einfache Schwefeleisen. Wenn man daher eisenhaltige Minerale in der Desoxydationsflamme des Löthrohrs zu kleinen Kugeln schmilzt, so werden diese magnetisch, weil sich Magneteisen oder Magnetkies bildet. Unter den künstlich gewonnenen gediegenen Metallen zeichnen die Physiker außer Eisen noch Nickel, Mangan, Kobalt, Chrom aus.

Schwachen Magnetismus zeigen noch eine Menge von Mineralen. Diese zu erkennen fand Hauy ein ingeniöses Mittel in der Methode des doppelten Magnetismus. Nähert man nämlich im magnetischen Meridian einer Magnetnadelspitze den gleichnamigen Pol eines Magnetstabes sehr vorsichtig, so stellt sich die Nadel senkrecht gegen den magnetischen Meridian. In dieser Nadelstellung bewirkt die Nähe eines nur wenig magnetischen Körpers am Pole sogleich ein Umschlagen der Nadel. Fournet und Delesse (Ann. de Chimie et Phys. 1849. 3 sér. 25. 194) haben sehr genaue Untersuchungen angestellt, und bestätigt, daß auch Eisenglanz und rother Glaskopf polarmagnetisch werden, wenn man sie

mit starken Magneten in Berührung bringt. Eisenglanz von Elba fein pulverisirt kann man mit einem starken Magnet bis auf das letzte Körnchen wegnehmen, Beweis, daß das etwa beigemengte Magneteisen nicht der Grund sein kann. Plücker (Pogg. Ann. 74. 343) hat sogar die Intensität verschiedener Eisen-, Nickel- und Manganerze in Zahlen auszudrücken gesucht. Wenn selbst Felsen, wie Basalt, Serpentin, Thoneisenstein von Aalen ꝛc. sich magnetisch zeigen, so verdanken sie dieß entweder dem beigemischten Magneteisen, oder der Einwirkung des Erdmagnetismus. Delesse behauptet, daß dieser polare Magnetismus von den Krystallaxen unabhängig sei.

Diamagnetismus. Obgleich Brugmans schon 1778 erkannte, daß eine Wismuthnadel zwischen die Pole eines Magnets gebracht so abgestoßen wird, daß sie senkrecht gegen die Verbindungslinie beider Pole steht, so fand doch erst Faraday (Pogg. Ann. 69. 289), daß alle Körper an einem Coconfaden zwischen die kräftigen Pole eines Elektromagneten gebracht entweder angezogen (axial) oder abgestoßen (aequatorial) werden. Körper die sich axial stellen, heißen Magnetisch, und die sich äquatorial diamagnetisch. Für diese ist Wismuth, was für jene Eisen. Plücker (Pogg. Ann. 81. 115) zeigte weiter, daß diese Einwirkung bei Krystallen in eigenthümlicher Weise modificirt werde: es zeigen sich magnetische Axen, die im Allgemeinen mit den optischen zusammenfallen. Wismuth, Antimon, Arsenik stellen sich mit ihrer rhomboedrischen Hauptaxe als diamagnetische Körper äquatorial, ebenso isländischer Doppelspath. Andere Kalkspathe verhielten sich freilich entgegengesetzt, Beweis genug für die Schwierigkeit dieser feinen Untersuchungen, welche hier zu verfolgen zu weit gehen würde. Schon der Erdmagnetismus kann beim Cyanit öfter eine Axenstellung der Säule nach Norden bewirken.

Electricität.

Hat ihren Namen vom Bernstein (ἤλεκτρον), der gerieben kleine Körper anzieht und abstößt, was schon die syrischen Frauen wußten, aber erst im 17ten Jahrhundert erfuhr man, daß auch andere Harze, Schwefel, Glas ꝛc. diese Eigenschaft haben.

Elektroskope dienen zur Wahrnehmung der Elektricität. Das einfachste ist das elektrische Pendel, Hollundermark an einem Seidenfaden aufgehängt. Empfindlicher ist Hauy's elektrische Nadel, ein Messingdrath an beiden Enden zu einer Kugel verdickt schwingt horizontal in einem Glashütchen auf einer feinen Stahlspitze nach Art der Magnetnadel. Behrens Goldblatt-Elektrometer (Gilbert's Annal. 23. 24) verbessert von Bohnenberger (daselbst 51. 190) und Fechner (Pogg. Ann. 41. 230) benutzte Rieß zu seinen Untersuchungen, auch Coulombs Drehwage kann zu einem sehr empfindlichen Apparat gemacht werden.

Leiter und Nichtleiter. Metalle und geschwefelte Erze sind gute Leiter, auch salinische Erze isoliren nur unvollkommen. Salinische Steine und Silikate isoliren dagegen im Allgemeinen gut, wie auch Glas, Schwefel und Harze. Seide und trockne Luft isoliren, Wasser und Wasserdampf leiten. Daher ein feuchter Zustand der Luft dem Experiment hinderlich. Uebrigens weist Wiedemann (Pogg. Ann. 76. 404) auf sinnreiche

Weise nach, daß die Krystalle die Electricität nach verschiedenen Richtungen verschieden leiten: bestreut man eine Glas- oder Harzfläche mit schlechtleitendem Pulver (Lycopodium), befestigt senkrecht darauf eine feine Nadel, so wird bei Annäherung mit einer Leidener Flasche das Pulver von der elektrisirten Nadelspitze aus nach allen Seiten hin gleichmäßig zerstreut. Wendet man statt des Glases z. B. ein Gyps- oder andres Krystallblatt an, so zerstreut sich das Pulver ungleich, am meisten nach zwei diametral einander entgegengesetzten Richtungen, am wenigsten senkrecht darauf. Es bildet sich um die Nadelspitze nicht ein Kreis, sondern eine Ellipse, deren lange Axe senkrecht gegen den muscheligen Bruch steht. Es soll die Elektricität sich nach der Richtung am schnellsten verbreiten, in welcher das Licht sich relativ am schnellsten fortpflanzt.

Reibungselektricität ist positiv (Glaselektr.) oder negativ (Harzelektr.). Schwefel, Bernstein, Honigstein, Asphalt isoliren, zeigen daher in bloßer Hand gerieben Harzelektricität. Edelsteine nebst Diamant, Quarz, Glimmer, Feldspath, Hornblende und Augit, Zeolithe, Granat, Kalkspath, Gyps, Flußspath, Schwerspath, Weißbleierz, Steinsalz 2c. isoliren ebenfalls, zeigen aber Harzelektricität. Malachit, Kupferlasur, Buntbleierz, Eisen- und Kupfervitriol, Rutil, Rothkupfererz 2c. isoliren nur unvollkommen und zeigen gerieben Harzelektricität. Graphit, Steinkohle, Magneteisen, Wolfram, Schwefelkies, Kupferkies, Bleiglanz, Fahlerz müssen isolirt gerieben werden, um Harzelektricität zu zeigen, weil die bloße Hand leitet, und die erregte Elektricität sogleich zur Erde fährt.

Da gleiche Elektricitäten sich abstoßen, ungleiche sich anziehen, so darf man die Elektroskope nur mit bekannter Elektricität laden, um sogleich die Art der Elektricität zu erkennen. Beim Erfolge des Reibens kommt es freilich auch wesentlich auf die Beschaffenheit der geriebenen Fläche an: an ein und demselben Krystalle werden matte Flächen negativ, glatte positiv elektrisch. Beim Cyanit zeigen sich sogar einige Krystalle positiv, andere negativ, ohne daß man einen äußern Grund in dem Aussehen der Flächen angeben könnte. Das führt dann zu feinen Distinctionen. Der Kalkspath wird sogar schon durch Druck zwischen den Fingern positiv elektrisch, und zeigt diese Electricität noch nach vielen (11) Tagen, ebenso Arragonit, Flußspath, Topas. Am Glimmer zeigt bei der Spaltung die eine Hälfte sich positiv, die andere negativ elektrisch.

Thermoelektricität (Pyroelektricität). Wenn man edle Turmalinkrystalle erhitzt, so bekommen sie die merkwürdige Eigenschaft, kleine Körper anzuziehen und abzustoßen, was schon die Indier lange wissen sollen, von denen es die Holländer in Erfahrung brachten. Hauy hat sich besonders Verdienste darum erworben. Er führt Turmalin, Boracit, Topas, Kieselzinkerz, Faserzeolith, Prehnit, Axinit, Sphen als thermoelektrisch auf. Brewster (Pogg. Ann. 2. 297) fügte noch mehrere hinzu, worunter besonders Zucker und Weinsäure zu erwähnen ist. Dieser experimentirte sehr einfach, indem er blos kleine Stücke der innern Membran von Arundo Phragmites die gewärmten Krystalle anziehen ließ. Später haben Köhler (Pogg. Ann. 17. 1616), G. Rose (Pogg. Ann. 39. 285 und 59. 353) und Hankel (Pogg. Ann. 49. 493; 50. 237 und 61. 281) die Sache mit vollkommnern Instrumenten begründet.

Die Elektricität häuft sich besonders auf den Ecken und Kanten an,

und bei Aenderung der Temperatur treten beide Elektricitäten am entgegengesetzten Ende auf. Die Linie, welche diese Pole verbindet, heißt elektrische Axe, sie fällt mit einer krystallographischen meist zusammen. Aber nicht die Wärme als solche, sondern die Veränderung der Wärme erregt die Elektricität. Man kann daher einen solchen Krystall erwärmen, hält man ihn aber immer auf gleicher Temperaturhöhe, so zeigt sich nichts, erst bei zu- oder abnehmender Wärme tritt die Wirkung ein. Gewöhnlich untersucht man bei abnehmender Wärme, und nennt dann den Pol mit Harzelektricität negativ (—), mit Glaselektricität positiv (+); bei zunehmender schlagen dagegen beide um, der + wird — und der — wird +. Rose und Rieß haben daher den negativen Pol auch analog genannt, weil bei abnehmender Temperatur Pol und Wärme das gleiche Vorzeichen (—) bekommen, der positive heißt dann antilog, weil die Elektricität ein anderes Zeichen (+) hat, als die abnehmende Wärme (—). Gewöhnlich faßt man die Krystalle in einer isolirenden Zange und erhitzt sie in der Weingeistlampe.

1) Terminalpolar mit 1 Axe, die Krystalle zeigen nur eine elektrische Axe, welche mit der Krystallaxe c zusammenfällt: Turmalin, Kieselzinkerz, Faserzeolith. Beide erstere sind zugleich hemiedrisch, und meist kann man schon aus der Gruppirung der Flächen auf die Art des Poles schließen. Kieselzinkerz zeigt sich sogar schon bei gewöhnlicher Temperatur elektrisch.

2) Terminalpolar mit 4 Axen: Boracit, die glänzenden Tetraederflächen + (antilog). Vielleicht auch Helvin.

2) Terminalpolar mit 2 Linien, davon die eine an beiden Enden analog, die andere antilog ist: Axinit.

4) Centralpolar, die Enden der Axe a sind beide + (antilog), das Centrum aber — (analog); Topas und Prehnit.

Galvanismus heißt die Elektricität, welche bei der Berührung verschiedener Körper rege wird. Es zeigt sich besonders bei Metallen, und im Gebirge mögen gar manche chemische Prozesse dadurch Erklärung finden. Berzelius hat darauf seine berühmte elektromagnetische Theorie gegründet, und die Stoffe nach diesem Gegensatze aneinander gereiht, wobei Sauerstoff den negativen und Kalium den positiven Pol bildet.

Phosphorescenz.

Hat ihren Namen von einem Leuchten, was an das des Phosphors erinnert, aber auf keine bekannte Lichtquelle zurückgeführt werden kann. Placidus Heinrich, die Phosphorescenz der Körper, Nürnberg 1811, hat sich um die Kenntniß verdient gemacht. Die Versuche gehörig anstellen zu können, ist ein finsteres Zimmer nothwendig, in welchem man sich ½—1 Stunde und noch länger aufhalten muß, um die Netzhaut für solche Lichteindrücke empfänglich zu machen. Albertus Magnus wußte schon um das Leuchten des Diamants, Aufsehen erregte jedoch erst die Entdeckung eines Schusters von Bologna 1604, welcher die dortigen Schwerspathknollen (Bologneser-Spath) durch Glühen mit Tragantschleim leuchtend machte.

1) Durch mechanische Gewalt. Wenn man zwei Bergkrystalle an einander reibt, oder Glimmerblätter heftig zerreißt, so zeigen sich Funken. Zerklopft man Abends Zucker, so kann man die Erscheinung kaum übersehen, ebenso beim Dolomit und Marmor. Die gelbe Blende von Kapnik mit dem Messer geschabt leuchtet außerordentlich schön, und die Sache ist um so merkwürdiger, als andere ganz ähnliche Blenden von Ungarn das Phänomen nicht zeigen, es muß hier also ein ganz besonderes Verhältniß Statt finden.

2) Durch Insolation. Man darf gewisse Diamanten nur kurz dem Sonnenlicht aussetzen, so leuchten sie im Finstern. Besonders auch der grüne Flußspath, Kalkspath, Arragonit, Schwerspath. Silikate leuchten dagegen nicht. Brennen erhöht die Eigenschaft noch, wie namentlich die Austerschalen beweisen.

Auch durch starke elektrische Funken kann das Leuchten, an den Stellen, wo der Funken durchging, erzeugt werden.

3) Durch Erwärmen. Flußspath (grüner) und gewisse farbige Apatite (Phosphorit von Spanien) sind hier von hohem Interesse. Die eisenoxyd-rothen Apatittafeln von Schlackenwald entwickeln schon am Tage vor dem Löthrohr eine prachtvolle grüne Farbe, die bei zu starker Feuerung über den Splitter hinzieht und verlöscht. Die Erscheinung hat mit dem sogenannten Aufglühen des Gadolinites große Aehnlichkeit. Am grünen Flußspath kann man eigenthümliches Leuchten in gleicher Weise wahrnehmen, auch er verliert mit der Farbe die phosphorescirende Eigenschaft. Auffallenderweise soll er aber durch elektrische Schläge theilweis seine Farbe und damit seine phosphorescirende Kraft wieder bekommen (Pogg. Ann. 22. 583). Wenn man übrigens nur schwach erhitzt, so geht die phosphorescirende Eigenschaft nicht verloren. Bei sehr hoher Temperatur fangen Kalkspathe und andere Minerale stark zu leuchten an, doch dürfte das wieder eine etwas andere Erscheinung sein.

So eigenthümlich und interessant auch dieses Leuchten im Dunkeln sein mag, so gehört doch eine große Geduld und Aufmerksamkeit dazu, namentlich wenn die Erscheinung sich nur schwach zeigt, auch mögen nicht alle Augen dazu gleich organisirt sein.

Wärme.

1. Wärmestrahlung. Die Wärmestrahlen werden wie die Lichtstrahlen von krystallisirten Mitteln reflektirt, gebrochen und polarisirt. Beim Brechen durch ein Prisma werden die Wärmestrahlen ebenfalls zerstreut, der Punkt größter Wärme liegt bei verschiedenen Mitteln verschieden, häufig noch außerhalb des Spectrum jenseits dem violetten Licht, so z. B. beim Steinsalzprisma, ein Beweis, daß die Wärmestrahlen im Sonnenlicht stärker gebrochen werden, als Farben. Die Polarisation hat Melloni mit 2 Glimmerblättchen nachgewiesen: er ließ mittelst einer Steinsalzlinse darauf Wärmestrahlen fallen, es gingen dann immer bei gekreuzten Polarisationsebenen der Blättchen weniger Wärmestrahlen durch, als bei parallelen. Höchst eigenthümlich ist die Verschiedenheit in Rücksicht auf das Durchlassen der Wärmestrahlen. Das Steinsalz läßt die Wärmestrahlen bei

weitem besser durch, als der klarste Bergkrystall, es ist für die Wärmestrahlen fast vollkommen durchsichtig (diatherman), Alaun und Eis lassen dagegen nur äußerst wenige durch, sie sind für Wärmestrahlen undurchsichtig (atherman). Auch Analogie mit der Färbung, also Wärmefärbung (Thermanismus), läßt sich nicht verkennen. Das Steinsalz hat keine Wärmefärbung, denn es läßt alle Strahlen mit gleicher Intensität durch, der Alaun dagegen läßt zwar die durch eine Glasplatte gegangenen Wärmestrahlen nicht durch, die durch eine Platte von Citronensäure gefallenen aber vollkommen. Wie also grüne Farben von grünen Gläsern durchgelassen, von rothen absorbirt werden, ähnlich hier mit der Wärme.

2. Wärmeleitung. Die durch Berührung mitgetheilte Wärme wird von verschiedenen Körpern verschieden geleitet. Metalle sind gute Wärmeleiter, sie fühlen sich daher auch kalt an: Gold kälter als Eisen, dieses kälter als Blei. Noch schlechter leiten die Steine, aber unter diesen sind die Edelsteine kälter als Quarz. Die Juweliere hauchen daher die geschliffenen Gemmen an, die edlern davon nehmen den Hauch (Wasserniederschlag) nicht nur schwerer an (weil sie schneller warm werden), sondern verlieren ihn auch schneller. Gyps fühlt sich entschieden weniger kalt an als Marmor, noch weniger kalt Harze und Kohle, was einen auf den ersten Griff z. B. Bernstein von ähnlich aussehenden Chalcedonen unterscheiden läßt.

Die Wärmeleitungsfähigkeit ist sogar auch nach den verschiedenen Krystallaxen verschieden. Senarmont (Pogg. Ann. 73. 191; 74. 190 und 75. 50) überzog einfach eine homogene Glasplatte mit einer dünnen Wachsschicht, durchbohrte sie mit einem Loch, in welches ein schwach konisches Silberrohr eingetrieben wurde. Wurde nun dieses Silberrohr erwärmt, so gab das Schmelzen des Wachses graphisch den Gang der Wärme an, beim Glase war es ein Kreis. Nimmt man eine Gypsplatte, welche als schlechter Wärmeleiter besonders scharfe Schmelzkurven gibt, so bekommt man Ellipsen, deren längste Axe etwa 50° mit dem fasrigen Bruch macht, Große Axe : Kleinen Axe = 125 : 100. Der Versuch gelingt ganz roh angestellt: man mache einen dicken Eisendraht glühend und drücke ihn mit seinem gerade gefeilten Ende in Wachs, so bekommt man leicht Ellipsen von 1 Decimeter Durchmesser. Senarmont behauptet, daß der Kalkspath auf der Gradendfläche $c : \infty a : \infty a : \infty a$ nur Wachskreise gebe, auf dem Blätterbruch dagegen Ellipsen die lange Axe parallel der kurzen Diagonale des Rhombus gestellt. Der Quarz hat auf der Säulenfläche Ellipsen von 10 : 13 in den Axen, die lange Ellipsenaxe steht parallel der Hauptaxe des Quarzes. An regulären Krystallen, wie z. B. beim Flußspath, konnten keine Unterschiede in der Wachskurve bemerkt werden.

3. Wärmecapacität (specifische Wärme). Um einen gewissen Temperaturgrad zu erlangen, bedürfen die einen Körper weniger zuströmende Wärme als die andern: 1 ℔ Wasser von 36° gemischt mit 1 ℔ Wasser von 0° geben 2 ℔ Wasser von 18°; aber 1 ℔ Eisen von 36° mit 1 ℔ Wasser von 0°, 2 ℔ von 4°, das Wasser entzieht dem Eisen 32°, um sich auf 4° zu erhöhen, also 8mal mehr, daher Eisen nur $\frac{1}{8}$ der specifischen Wärme des Wassers. Gyps 0,272, Topas 0,203, Feldspath 0,191, Quarz 0,188, Eisenglanz 0,169, Schwefelkies 0,128, Zinnstein

0,093, Grauspießglanz 0,087. Neumann Pogg. Ann. 23. 1; Regnault Pogg. Ann. 51. 44 u. 213; 53. 60 u. 243.

4. Latente Wärme. Wenn ein fester Körper in einen andern Aggregatszustand übergeht, so bindet er Wärme, welche für das Gefühl förmlich verschwindet; und umgekehrt wird Wärme frei. Wenn Eis thaut, braucht es Wärme, wenn aber Wasser friert, gibt es Wärme. Beim Krystallisiren der Körper wird daher immer Wärme frei, und wenn man 1 ℔ Schnee mit 1 ℔ Wasser von 75° C. mischt, so bekommt man 2 ℔ Wasser von 0°, alle Wärme des heißen Wassers ist also für das Thermometer spurlos verschwunden.

5. Wärme dehnt die Körper aus und schmilzt sie endlich. Auf der gleichmäßigen Ausdehnung des Quecksilbers beruht bekanntlich das Thermometer, das von — 35° bis + 350° einen richtigen Gang hat, weiter kann man nicht gehen, weil bei — 40° das Quecksilber erstarrt, und bei 400° siedet. Die Ausdehnung beträgt beim Quecksilber zwischen 0° bis 100° $\frac{1}{55}$, Zink $\frac{1}{340}$, Blei $\frac{1}{350}$, Silber $\frac{1}{524}$, Kupfer $\frac{1}{645}$, Gold $\frac{1}{682}$, Platin $\frac{1}{1167}$. Trotz dieser geringen Dimensionsveränderungen hat Mitscherlich dennoch mit Hilfe der Winkel an Krystallen nachgewiesen, daß die Ausdehnung nach verschiedenen Axen verschieden ist. Beim Kalkspath (Pogg. Ann. 10. 137) fand sich bei 100° C. eine Volumensvergrößerung von 0,00196. Ein Krystall wurde in einem Quecksilberbade mit einem Reflexionsgoniometer in Verbindung gebracht, so daß er gemessen werden konnte, und hier fand sich bei 100° eine Verminderung des Endkantenwinkels um 8½ Minute, er mußte sich also in Richtung der Hauptaxe c schneller ausdehnen, als in den Nebenaxen a. Die Rechnung würde eine Ausdehnung von 0,0034 nach der Hauptaxe geben. Da dieß mit der Volumensvergrößerung nicht stimmt, so zeigten direkte Messungen, daß die Krystalle, während sie sich nach c ausdehnen, nach a sogar zusammenziehen. Beim Gyps wird der Winkel des Augitpaares l/l um 8½′, und die Säule f/f um 11 Minuten stumpfer. Am Schwalbenschwanz-Zwilling (Pogg. Ann. 41. 213) konnte Mitscherlich senkrecht gegen die Axe geschliffen die Veränderung sogar von 10° zu 10° mit bloßem Auge verfolgen, indem die geschliffenen Gradendflächen je 1½ Minuten aus ihrem horizontalen Niveau wichen, was nur Folge einer ungleichen Ausdehnung sein kann.

Schmelzbarkeit.

Durch die Wärme kann wahrscheinlich jeder Körper aus dem festen in den flüssigen Zustand überführt werden. Viele Substanzen bleiben bis zu einem gewissen Temperaturgrade fest, und gehen dann plötzlich in den tropfbarflüssigen Zustand über. Andere aber, wie Glas, Eisen ꝛc., zeigen noch einen Mittelzustand, in welchem sie sich knetbar wie Wachs zeigen, also leicht gemischt (geschweißt) werden können. Zersetzen sich die Körper beim Schmelzen, wie der Kalkspath, so kann auch hier die Schmelzung in verschlossenem Gefäße bewerkstelligt werden. In Beziehung auf die Höhe der Temperatur findet jedoch eine große Verschiedenheit Statt: um zu

schmelzen braucht Kohlensäure — 100°, Quecksilber — 39°, Eis 0°, Phosphor 43°, Schwefel 109°, Zinn 230°, Wismuth 256°, Blei, 334°, Zink 360°, Antimon 432°, Silber 1000°, graues Gußeisen 1200°, Gold 1250°, weiches Eisen 1500°, gehämmertes Eisen 1600°, Platin 2500° Cels. Gediegen Eisen und Platin nennt der Mineraloge schon unschmelzbar, weil er es in gewöhnlicher Luft kaum zum Schmelzen bringen kann, obgleich im Knallgebläse von Sauerstoff und Wasserstoff Thonerde und Kieselerde noch schmilzt, Platin sogar verdampft.

Zum Schmelzen der Minerale bedient man sich des Löthrohrs, was durch Berzelius, die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie, 4te Aufl. 1844, und Plattner, die Probierkunst mit dem Löthrohre, 3te Aufl. 1853, so bekannt geworden ist. Plattner bringt damit eine Orydationsflamme hervor, die ein Platindraht von 0,1 Millimeter Dicke am vordern Ende zum Kügelchen schmelzt. Zu kleinen Versuchen, die auch Handlanger leicht anstellen können, ist es nicht unpraktisch, einen gewöhnlichen Glasblasetisch mittelst Anschrauben einer passenden feinen Spitze zur Erzeugung der Flamme zu benützen. Die Flamme ist an der vordern Spitze, wo Reductions- und Orydationsflamme sich trennen, am heißesten. Man erkennt diesen Punkt an dem stärksten Erleuchten der Löthrohrprobe. Wenn man z. B. ein feines Platindraht hinein hält, so ist nur eine kleine Stelle, wo es weiß glüht. Die Probe legt man auf Fichtenkohle, oder faßt sie mit der Platinpincette. Plattner unterscheidet dreierlei Schmelzbarkeiten:

1) zu Kugeln schmelzbar, und zwar a) leicht, b) schwer;
2) an den Kanten schmelzbar, und zwar a) leicht, b) schwer.
3) unschmelzbar.

Freilich kommt es bei diesen Unterscheidungen wesentlich auch auf die Größe der Probe an. Kobell (Grundzüge der Mineralogie pag. 104) nimmt 6 Grade an:

1) Grauspießglanz, schmilzt sehr leicht in der bloßen Lichtflamme.

2) Natrolith vom Hohentwiel schmilzt in feinen Nadeln noch an dem untern hellblauen Saume der Lichtflamme. Vor der Löthrohrflamme kann man ihn dagegen in großen stumpfen Stücken noch zu Kugeln schmelzen.

3) Rother Granat aus dem Zillerthal schmilzt selbst in feinen Stücken nicht mehr an der Lichtflamme, aber kugelt sich noch vor dem Löthrohr.

4) Strahlstein vom Zillerthal ist nicht mehr zur Kugelung zu bringen, doch schmilzt an dünne Splitter ein rundes Köpfchen.

5) Feldspath kann noch an den Kanten kleiner Stücke deutlich zur Schmelzung gebracht werden.

6) Bronzit vom Kupferberg im Fichtelgebirge läßt sich zu haarfeinen Splittern spalten, die noch eine Schmelzung zulassen. Wäre dieß nicht der Fall, so würde man ihn schon zu folgendem zählen.

7) Quarz unschmelzbar.

Chemische Kennzeichen.

Sie sind für das Erkennen der Minerale am wichtigsten, ohne sie könnte vieles nicht getrennt werden, was getrennt worden ist. Der Mineraloge kann daher nicht umhin, sich der chemischen Hilfsmittel zu bedienen, nur muß er dabei eingedenk sein, daß das Erkennen der Stoffe als solche ihm nicht Selbstzweck, sondern nur Beimittel zur Bestimmung sein soll. Dann wird er von selbst die gebührende Gränze sich stecken.

Stöchiometrie (*στοιχεῖον* Element, *μετρεῖν* messen). Das wichtigste chemische Gesetz ist, daß die Stoffe sich mit einander nach bestimmten Zahlenverhältnissen, die man Atomgewicht (Mischungsgewicht) nennt, verbinden. Dieselben sind durch Versuche in folgender Weise ermittelt:

1)	O	Sauerstoff	100,0	8	negativer Pol.
2)	S	Schwefel	200,7	16	$\dddot{\mathrm{S}} = 40$
3)	Se	Selen	494,6	39	$\ddot{\mathrm{Se}}$
4)	$\not\mathrm{N}$	Stickstoff	175,1	14	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\not\mathrm{N}} = 54$
5)	$\not\mathrm{Fl}$	Fluor	233,8	19	
6)	$\not\mathrm{Cl}$	Chlor	443,3	36	
7)	$\not\mathrm{Br}$	Brom	999,6	80	
8)	$\not\mathrm{J}$	Jod	1586,0	127	
9)	$\not\mathrm{P}$	Phosphor	392,3	31	$\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\not\mathrm{P}}$
10)	$\not\mathrm{As}$	Arsenik	940,1	75	$\dddot{\not\mathrm{As}}$, $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\not\mathrm{As}}$, $\overset{\prime\prime\prime}{\not\mathrm{As}}$
11)	Cr	Chrom	328,6	26	$\dddot{\not\mathrm{Cr}}$, $\dddot{\mathrm{Cr}}$
12)	V	Vanadin	855,8	68	$\dddot{\mathrm{V}}$
13)	Mo	Molybdaen	575,8	46	$\dddot{\mathrm{Mo}}$, $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Mo}}$
14)	W	Wolfram	1150,8	92	$\dddot{\mathrm{W}}$
15)	B	Bor	136,2	11	$\dddot{\mathrm{B}}$
16)	C	Kohlenstoff	75,4	6	$\ddot{\mathrm{C}}$, $\dddot{\not\mathrm{C}}$
17)	$\not\mathrm{Sb}$	Antimon	1612,9	129	$\dddot{\not\mathrm{Sb}}$, $\overset{\prime\prime\prime}{\not\mathrm{Sb}}$
18)	Te	Tellur	802,1	64	
19)	Ta	Tantal		185	$\dddot{\mathrm{Ta}}$
20)	Ti	Titan	303,7	24	$\ddot{\mathrm{T}}$, $\dddot{\not\mathrm{Ti}}$
21)	Si	Kiesel	277,3	22	$\dddot{\mathrm{Si}} = 46$
22)	$\not\mathrm{H}$	Wasserstoff	12,5	1	$\dot{\not\mathrm{H}} = 9$
23)	$\not\mathrm{Au}$	Gold	2458,3	197	$\dddot{\not\mathrm{Au}}$
24)	Os	Osmium	1244,2	99	
25)	Jr	Iridium	1233,3	99	
26)	Pt	Platin	1233,3	99	
27)	R	Rhodium	651,4	52	
28)	Pd	Palladium	665,8	53	
29)	Hg	Quecksilber	1250,0	100	$\overset{\prime}{\mathrm{Hg}}$
30)	Ag	Silber	1349,7	108	$\dot{\mathrm{Ag}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Ag}}$
31)	Cu	Kupfer	395,7	32	$\dot{\mathrm{Cu}}$, $\dot{\not\mathrm{Cu}}$, $\overset{\prime}{\not\mathrm{Cu}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}$

32)	Bi	Wismuth	2600	206	$\dddot{\not{\mathrm{B}}\mathrm{i}}$, $\not{\mathrm{B}}\mathrm{i}$
33)	Sn	Zinn	735,3	59	$\ddot{\mathrm{Sn}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Sn}}$, $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sn}}$
34)	Pb	Blei	1294,5	104	$\dot{\mathrm{Pb}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}$
35)	Cd	Kadmium	696,7	56	$\dot{\mathrm{Cd}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Cd}}$
36)	Co	Kobalt	369,0	29	$\dot{\mathrm{Co}}$, $\dddot{\not{\mathrm{C}}\mathrm{o}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Co}}$ $\overset{\prime\prime\prime}{\not{\mathrm{C}}\mathrm{o}}$ $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Co}}$.
37)	Ni	Nickel	369,7	29	$\dot{\mathrm{Ni}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Ni}}$, $\overset{\prime\prime\prime}{\not{\mathrm{N}}\mathrm{i}}$, $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Ni}}$
38)	Fe	Eisen	350,5	28	$\dot{\mathrm{Fe}}$, $\dddot{\not{\mathrm{F}}\mathrm{e}}$, $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}$, $\overset{\prime\prime\prime}{\not{\mathrm{F}}\mathrm{e}}$
39)	Zn	Zink	406,6	32	$\dot{\mathrm{Zn}}$
40)	Mn	Mangan	345,9	28	$\dot{\mathrm{Mn}}$, $\dddot{\not{\mathrm{M}}\mathrm{n}}$, $\ddot{\mathrm{Mn}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Mn}}$, $\overset{\prime\prime}{\mathrm{Mn}}$
41)	U	Uran	746,4	60	$\dot{\mathrm{U}}$, $\dddot{\not{\mathrm{U}}}$
42)	Ce	Cerium	575,0	46	$\dot{\mathrm{Ce}}$, $\dddot{\not{\mathrm{C}}\mathrm{e}}$ oxyd.
43)	Th	Thorium	744,9	60	$\dot{\mathrm{Th}}$
44)	Zr	Zirkonium	840,4	67	$\dddot{\not{\mathrm{Z}}\mathrm{r}}$
45)	Al	Aluminium	342,3	27	$\dddot{\not{\mathrm{A}}\mathrm{l}} = 51$
46)	Y	Yttrium	402,5	32	$\dot{\mathrm{Y}}$
47)	Be	Beryllium	116,1	9	$\dddot{\not{\mathrm{B}}\mathrm{e}} = 33$
48)	Mg	Magnesium	150,0	12	$\dot{\mathrm{Mg}}$
49)	Ca	Calcium	251,5	20	$\dot{\mathrm{Ca}}$
50)	Sr	Strontium	547,3	44	$\dot{\mathrm{Sr}}$
51)	Ba	Baryum	856,9	68	$\dot{\mathrm{Ba}}$
52)	Li	Lithium	82,0	6,5	$\dot{\mathrm{Li}}$
53)	Na	Natrium	290,9	23	$\dot{\mathrm{Na}}$
54)	K	Kalium	488,8	39	$\dot{\mathrm{K}}$ positiver Pol.

Neuerlich sind noch dazu gekommen: Lanthan und Didym; Niobium und (Pelopium); Erbium und Therbium; Ruthenium nebst einem Radical im Eudyalit.

In der ersten Zahlenreihe ist der Sauerstoff = 100 gesetzt, in der zweiten der Wasserstoff = 1. Hier habe ich nur die Näherungswerthe hingesetzt, welche für die Rechnung jedoch meist hinreichen, da von einem genauen Stimmen der Analyse mit der chemischen Formel in den meisten Fällen nicht die Rede ist. Der Strich durch das Symbol bedeutet ein Doppelatom. Manche haben sich in neuern Zeiten daran gewöhnt, denselben wegzulassen, das kann aber leicht zu Verwechselungen in der Atomzahl führen. Der Sauerstoff wird durch Punkte, der Schwefel durch Striche bezeichnet.

Chemische Formel.

Der Feldspath enthält nach Berthier:

$64{,}2\ \dddot{\mathrm{Si}},\ 18{,}4\ \dddot{\not{\mathrm{A}}\mathrm{l}},\ 16{,}95\ \dot{\mathrm{K}}.$

Die Atomzahlen sind von:

$\dddot{\mathrm{Si}} = 22 + 3 \cdot 8 = 46;\ \dddot{\not{\mathrm{A}}\mathrm{l}} = 27 + 3 \cdot 8 = 51;\ \dot{\mathrm{K}} = 39 + 8 = 47.$

Da sich die Stoffe nur proportional ihrer Atomzahl verbinden können, so muß der Feldspath enthalten:

$$\frac{64,2}{46} = 1,4\ \dddot{Si};\ \frac{18,4}{51} = 0,36\ \dddot{\overline{Al}};\ \frac{16,95}{47} = 0,36\ \dot{K}.$$

Oder 0,36 = 1 gesetzt, und da 4 • 0,36 = 1, 4:

$$1\ \dot{K} + 1\ \dddot{\overline{Al}} + 4\ \dddot{Si} = \dot{K}\,\dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^4 = \dot{K}\,\dddot{Si} + \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^3.$$

Man liebt es nämlich, nicht die Atome blos neben einander zu setzen, sondern sie auch als muthmaßliche Salze zu gruppiren.

Der Kupferkies enthält nach H. Rose:

35,87 S, 34,4 Cu, 30,47 Fe; folglich

$$\frac{35,87}{16} = 2,24\ S + \frac{34,4}{32} = 1,07\ Cu + \frac{30,47}{28} = 1,08\ Fe,$$

oder $1\ Fe + 1\ Cu + 2\ S = \overset{\prime}{Fe} + \overset{\prime}{Cu} = 2\ Fe + 2\ Cu + 4\ S = \overset{\prime}{\overline{Cu}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\overline{Fe}}$.

Da die Symbole bloße Zahlen bedeuten, so kann man aus ihnen leicht auf die procentische Zusammensetzung zurück schließen. Denn der Kupferkies = $Fe\ Cu\ S^2 = 28 + 32 + 32 = 92$, also

92 Kupferkies enthalten 28 Fe, folgl. 100 Kupf. 30,4 Fe ꝛc.

Zu allen diesen einfachen Rechnungen sind die ganzen Zahlen H = 1 gesetzt bequemer, als die Decimalbrüche O = 100, und dabei wenigstens zur schnellen Controle vollkommen ausreichend. Denn es liegt in der Natur der Sache, daß selbst die genauesten Wägungen nur Näherungswerthe bieten.

Zur Ermittlung der Formel benützt man auch den Sauerstoff, und wenn man sich ein für allemal die Sauerstoffprocente der wichtigsten Basen und Säuren ausrechnet, so ist die Ausführung nur wenig unbequemer. Im obigen Feldspath $\dot{K}a\,\dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^4$ hat die $\dddot{Si}$ 51,96 p. C., die $\dddot{\overline{Al}}$ 46,7 p. C. und das $\dot{K}$ 16,98 p. C. Sauerstoff, das gibt die Proportionen:

$100 : 51,96 = 64,2 : x,\ x = 33,35;$

$100 : 46,7 = 18,4 : y,\ y = 8,59;$

$100 : 16,9 = 16,9 : z,\ z = 2,85;$

$x : y : z = 11,7 : 3 : 1$. Wenn also $\dot{K}$ 1 Sauerstoff hat, so kommen auf Thonerde 3, gibt 1 Atom $\dddot{\overline{Al}}$, und Kieselerde 11,7 = 12 oder 4 Atome $\dddot{Si}$.

Sind in dem Minerale vicarirende Bestandtheile, so darf man dieselben bei der Rechnung nur alle zusammen addiren. Enthält z. B. ein Bitterspath

45,4 $\ddot{C}$, 34,8 $\dot{C}a$, 12,4 $\dot{M}g$, 7,4 $\dot{F}e$,

so beträgt seine atomistische Zusammensetzung:

$$\frac{45,4}{22} = 2,06\ \ddot{C};\ \frac{34,8}{28} = 1,24\ \dot{C}a;\ \frac{12,4}{20} = 0,62\ \dot{M}g;\ \frac{7,4}{36} = 0,2\ \dot{F}e.$$

Es kommen also auf 2,06 Säure 1,24 + 0,62 + 0,2 = 2,06 Basis, das Salz besteht daher aus $\dot{R}\,\ddot{C}$, worin $\dot{R}$ bedeutet $\dot{C}a$, $\dot{M}g$ oder $\dot{F}e$. Wollte statt des $\dot{F}e$ mehr $\dot{M}g$ auftreten, so müßten es $\frac{20}{36} \cdot 7,4 = 4$ p. C. $\dot{M}g$ sein, weil $\frac{4}{20} = 0,2$ ist, oder in $\dot{C}a$ 5,6 p. C. Je kleiner die Atomzahl, desto weniger vicarirender Masse bedarf es. Es ist leicht einzusehen, daß die Rechnung auch mit dem Sauerstoff ausgeführt werden kann, wir dürfen ihn blos von sämmtlichen $\dot{K}$ addiren.

Die Deutung der Symbole ist einfach: $\dot{K}^3\,\dddot{Si}^2 = 3\ \dot{K} + 2\ \dddot{Si}$; $3\ \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^2 = 3\ \dddot{\overline{Al}} + 3\ \dddot{Si}^2$, der Leucit mit $\dot{K}^3\,\dddot{\overline{Al}}^3\,\dddot{Si}^8$ ist also $= \dot{K}^3\,\dddot{Si}^2 + 3\ \dddot{\overline{Al}}\,\dddot{Si}^2$, und enthält 3 + 9 + 24 = 36 Atome Sauerstoff.

Der Bournonit besteht aus $\acute{Pb}^2\, \acute{\bar{Cu}}\, \overset{'''}{Sb}$, man construirt daraus die weitläufigere Salzformel $\acute{Pb}^4\, \overset{'''}{Sb} + \acute{\bar{Cu}}^2\, \overset{'''}{Sb}$, indem man sämmtliche Symbole mit 2 multiplicirt, welche $Pb^4\, Cu^4\, \bar{Sb}^2\, S^{12}$ enthalten.

Die vicarirenden Symbole stellt man wohl übereinander, das gibt aber ein großes Gesperr, daher ist es zweckmäßig, sie durch ein Komma getrennt neben einander zu setzen. Der Braunspath z. B. hat neben der $\dot{Ca}\, \ddot{C}$ einen wesentlichen Gehalt an Bittererde, Eisen- und Manganoxydul, die sich in den mannigfaltigsten Verhältnissen vertreten, man schreibt ihn daher $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn})\, \ddot{C}$. Oefter vertreten sich die einzelnen Stoffe unter bestimmten Verhältnissen, z. B. beim ächten Dolomit findet sich $\dot{Ca}\, \ddot{C} + \dot{Mg}\, \ddot{C}$, hier kann man die $\ddot{C}$, wie in der Mathematik mittelst Klammer herausziehen, also $(\dot{Ca} + \dot{Mg})\, \ddot{C}$ schreiben. Die Klammern behandelt man ganz wie mathematische Zeichen. So schreibt G. Rose den Bournonit $(2\, \acute{Pb} + \acute{Cu})^3\, \overset{'''}{Sb}$. Löst man die Klammer, so kommt $2\, \acute{Pb}^3\, \overset{'''}{Sb} + \acute{\bar{Cu}}^3\, \overset{'''}{Sb} = \acute{Pb}^6\, \acute{\bar{Cu}}^3\, \overset{'''}{Sb}^3 = \acute{Pb}^2\, \acute{\bar{Cu}}\, \overset{'''}{Sb}$, wie oben. Wenn Formeln einfache Verhältnisse so verstecken, so scheint es zweckmäßiger, die bloßen Atomsymbole neben einander zu stellen.

Chemische Constitution.

Nur wenige Minerale sind einfache Stoffe, wie die Klasse der gediegenen Metalle, welche mit Gold, Silber, Platin ꝛc. beginnt, oder ausnahmsweise der Diamant. Häufiger trifft man dagegen schon

Verbindungen erster Ordnung (binäre), worin sich zwei Stoffe, ein elektropositiver und elektronegativer, chemisch durchdrungen haben. Es entstehen dadurch Basen und Säuren. Der elektronegative Bestandtheil ist in den meisten Fällen Sauerstoff oder Schwefel, daher hat Berzelius mit Recht für jenen Punkte (·), für diesen Striche (,) als Zeichen eingeführt, die man über die Symbole setzt. Unter den Sauerstoffverbindungen zeichnen sich aus: $\dddot{\bar{Al}}$, $\dddot{\bar{Fe}}$, $\dddot{\bar{Mn}}$, $\dddot{Sb}$, $\dddot{As}$, $\dddot{Si}$, $\ddot{Sn}$, $\ddot{Ti}$, $\ddot{Mn}$, seltener $\dot{Pb}$, $\dot{Cu}$ $\dot{Zn}$, $\dot{Mg}$, weil diese zu starke Basen sind. Noch wichtiger sind die selbstständigen Schwefelverbindungen $\acute{Pb}$, $\acute{Zn}$, $\acute{Hg}$, $\acute{As}$, $\acute{Mn}$, $\acute{Cd}$, $\acute{Ni}$, $\acute{Cu}$, $\acute{\bar{Cu}}$, $\overset{''}{Fe}$, $\overset{''}{Mn}$, $\overset{''}{Mo}$, $\overset{'''}{\bar{Sb}}$, $\overset{'''}{\bar{As}}$, $\overset{'''}{\bar{Bi}}$.

Wie Schwefel, so verhalten sich merkwürdiger Weise auch Selen, Tellur, Arsenik und Antimon, die vollkommen die Stelle des Schwefels zu vertreten scheinen. Beispiele liefern: Pb Se, Ag Se, $\bar{Cu}$ Se; Pb Te, Ag Te; Fe As^2, Ni As, Ni As^2, Co As^2, Mn As; Ni Sb. Wenn sich Metalle mit Metallen verbinden, wie Au mit Ag, Pt mit Fe, Ag mit Hg ꝛc., so pflegt dieß in den verschiedensten, nicht stöchiometrischen Verhältnissen zu geschehen, und man unterscheidet das als Legirungen.

Endlich erzeugen die sogenannten Salzbilder $\bar{Cl}$, $\bar{Fl}$, $\bar{Br}$, $\bar{I}$ binäre Verbindungen, die in ihren Eigenschaften bereits den Salzen gleichen: Na $\bar{Cl}$, Hg^2 $\bar{Cl}$, Pb $\bar{Cl}$, Ag $\bar{Cl}$, Ca $\bar{Fl}$; Ag $\bar{Br}$; Ag $\bar{I}$.

Verbindungen zweiter Ordnung (doppeltbinäre, einfache Salze). Zwei binäre Verbindungen, wovon die eine elektropositiv und die

andere elektronegativ, vereinigen sich zu einem Salze, z. B. $\dot{Ca}\,\ddot{C}$. Dasselbe hat also immer dreierlei Stoffe: das basische Radical Ca, das Säure-Radical C und die beiden gemeinsame Substanz Sauerstoff. Beispiele sind $\dot{Mg}\,\dddot{Al}$, $\dot{Fe}\,\dddot{Fe}$, $\dot{H}\,\dddot{Mn}$ ꝛc. Wegen der sie verbindenden Substanz heißen sie Sauerstoffsalze. Ganz ähnlich constituiren sich die Schwefelsalze $\overset{\prime}{Ag}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{As}$, $\overset{\prime}{Pb}\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$, $\overset{\prime}{Cu}\,\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ mit einer Sulphobase und Sulphosäure, worin der Schwefel das verbindende Glied macht. Im Kryolith $3\,Na\,Fl + Al\,Fl^3$ spielt sogar das Fluor den Vermittler. Nur ausnahmsweise ist das Radical gemeinsam, wie im Rothspießglanz $\overset{\prime\prime\prime}{Sb}\,\dddot{Sb}$, Matlockit $Pb\,Cl\,\dot{Pb}$.

Verbindungen dritter Ordnung (Doppelsalze). Ein normales Doppelsalz ist der Feldspath $\dot{K}\,\dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si}^3$, worin das erste Salz $\dot{K}\,\dddot{Si}$ ohne Zweifel mehr basisch, das zweite $\dddot{Al}\,\dddot{Si}^3$ mehr sauer ist. Zu einfachen und Doppelsalzen gesellt sich nicht selten noch Wasser. Freilich kann es dann der Isomorphismus theilweis zweifelhaft machen, wie man die Sache ansehen soll.

Isomorphismus.

Ueber den Zusammenhang von Form und Inhalt wissen wir zwar wenig, doch scheint durch die Untersuchungen von Mitscherlich (Abhandl. Berl. Akad. Wissensch. 1819 pag. 427) wenigstens ein Anfang gemacht zu sein. Hauy behauptet noch, daß Substanzen verschiedener Natur nie dieselbe Form annehmen, das reguläre System ausgenommen. Später hatte Bernhardi (Gehlen's Journ. Chem. Phys. VIII. 2) gefunden, daß, wenn nur wenig Eisenvitriol zum Zinkvitriol gemischt werde, ein Salz entstehe von der Form des Eisenvitriols, wenn Kupfervitriol so die Form des Kupfervitriols. Man war daher der Meinung, daß eine Substanz so bedeutende Krystallisationskraft besitzen könne, um selbst bei geringer Quantität dem Ganzen die Form vorzuschreiben. Auf diese Weise suchte man sogar die rhomboedrischen Formen des Spatheisens, Galmei's ꝛc. zu erklären, weil sie alle nicht ganz frei sind von $\dot{Ca}\,\ddot{C}$. Mitscherlich leitete dagegen die Ansichten darüber auf ein ganz anderes Feld. Er zeigte, daß bei den Vitriolen der Wassergehalt der Grund sei, und daß überhaupt Verbindungen von gleicher chemischer Constitution geneigt seien, in gleicher Form aufzutreten. Ausgezeichnete Beispiele sind folgende:

Korund $\dddot{Al}$, Eisenglanz $\dddot{Fe}$, Chromoxyd $\dddot{Cr}$, Beryllerde $\dddot{Be}$, sämmtliche im rhomboedrischen System von nahe gleichen Winkeln.

Antimon Sb, Arsenik As, Tellur Te, Wismuth Bi, zum Theil ausgezeichnet rhomboedrisch blättrig.

Kalkspath $\dot{Ca}\,\ddot{C}$, Bitterspath $\dot{Mg}\,\ddot{C}$, Spatheisen $\dot{Fe}\,\ddot{C}$, Manganspath $\dot{Mn}\,\ddot{C}$, Galmei $\dot{Zn}\,\ddot{C}$ von der rhomboedrischen Form des Kalkspaths.

Arragonit $\dot{Ca}\,\ddot{C}$, Weißbleierz $\dot{Pb}\,\ddot{C}$, Witherit $\dot{Ba}\,\ddot{C}$, Strontianit $\dot{Sr}\,\ddot{C}$ zweigliedrig mit häufiger Zwillingsbildung.

Schwerspath $\dot{Ba}\,\dddot{S}$, Cölestin $\dot{Sr}\,\dddot{S}$, Bleivitriol $\dot{Pb}\,\dddot{S}$ zweigliedrig ohne Zwillingsbildung.

Magneteisen $\dot{Fe}\,\ddot{Fe}$, Chromeisen $\dot{Fe}\,\ddot{Cr}$, Spinell $\dot{Mg}\,\ddot{Al}$ ꝛc. dem regulären System angehörig.

Wenn auch die Uebereinstimmung der Form keine absolute sein mag, so liegen doch nicht blos die Winkel nahe, sondern auch das ganze Ansehen ist gewöhnlich ein so verwandtes, daß man über die Deutung nicht zweifelhaft sein kann.

Etwas weiter greift schon das System der vicarirenden Bestandtheile, worauf bereits Fuchs (Schweigger's Journ. Chem. Phys. 1815. XV. 382) bei Gelegenheit des Gehlenits aufmerksam macht. Bei Salzen kommt nämlich häufig eine ganze Reihe von Stoffen vor, die sich gegenseitig proportional ihrer Atomzahl ersetzen, ohne in der Form wesentliche Veränderung herbeizuführen. Vor allem passiv beweisen sich die Basen. Die Kalkerde $\dot{Ca}$ kann nicht blos durch $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Zn}$ $\dot{Pb}$ ersetzt werden, sondern man nimmt es auch nicht schwer, $\dot{Ba}$, $\dot{Sr}$, $\dot{Cu}$, $\dot{Co}$, $\dot{Ce}$, $\dot{Y}$ an ihre Stelle zu setzen, so daß unter Umständen sämmtliche basische Radicale von der Form $\dot{R}$ sich vertreten könnten. In dieser Allgemeinheit verliert das Gesetz offenbar an Bedeutung, denn die Substanz wird dadurch für die Form immer wirkungsloser. Aktiver greifen dagegen die Säuren ein: $\ddot{P}$ und $\ddot{As}$ liefern bei natürlichen und künstlichen Salzen viele Beispiele; für $\ddot{S}$, $\ddot{Se}$ und $\ddot{Cr}$ hat Mitscherlich (Pogg. Ann. 12. 137 und 18. 168) ganze Reihen von Salzen nachgewiesen. Unter den Sulphosäuren zeichnen sich $\overset{'''}{Sb}$, $\overset{'''}{As}$ und $\overset{'''}{Bi}$ vor allen aus, die nicht blos für sich isomorph krystallisiren, sondern auch für einander häufig vicariren.

Mosander meinte schon im Jahr 1829 (Pogg. Ann. 19. 219) beim Titaneisen das $\ddot{Fe}$ mit $\dot{Fe}\,\ddot{Ti}$ isomorph setzen zu dürfen, wo im Radical statt ein Atom Fe sich ein Atom Ti abgelagert habe. Damit war die mit so vieler Vorsicht begründete Mitscherlich'sche Hypothese auf ein viel unsichereres Feld gespielt, die dann consequent zu Scheerer's polymeren Isomorphismus führte (Pogg. Ann. 68. 319), wornach 3 $\dot{H}$ mit $\dot{Mg}$ isomorph sein sollen. Diese Vermuthung wird nun durch Beispiele aus der Gruppe der Serpentine und verwitterten Dichroite belegt, die als Afterkrystalle gar nicht zu Beweisen geeignet sein dürften.

Unter Atomvolumen versteht man das Atomgewicht dividirt durch das specifische Gewicht des Körpers. Fe = 350 Atomg., 7,8 spec. Gew., also $\frac{350}{7,8}$ = 44 Atomvolumen. Kopp glaubte nun (Pogg. Ann. 52. 262) zwischen Krystallformen und Atomvolumen bei isomorphen Mineralen einen entschiedenen Zusammenhang gefunden zu haben.

	Endkante	Axe c	Atomvolumen
Kalkspath	105° 5′	0,854	632 : 2,73 = 231.
Dolomit	106° 15′	0,833	583 : 2,88 = 202.
Manganspath	106° 51′	0,822	722 : 3,59 = 201.
Spatheisen	107°	0,819	715 : 3,8 = 188.
Mesitinspath	107° 14′	0,815	625 : 3,36 = 186.
Bitterspath	107° 25′	0,812	535 : 2,95 = 181.
Galmei	107° 40′	0,807	779 : 4,45 = 175.

Mit der Größe der Hauptaxe c nimmt das Atomvolumen ziemlich regelmäßig ab, so ist es auch bei der isomorphen Schwerspathreihe.

Da es nun aber oft vorkommt, daß Minerale von ungleicher Zusammensetzung dennoch ähnliche Krystallformen zeigen, so sind die Zahlen der Atomvolumen zwar nicht gleich, aber doch stehen sie öfter in einem einfachen Zahlenverhältniß, und dieß sind viele Chemiker geneigt, als Grund der ähnlichen Formen zu nehmen. Dana (Silliman American Journal 2 ser. 1850. IX. 220. 407) dividirte sogar in solchen Fällen die Atomvolumenzahl entweder mit der Zahl der Säuren und Basen, oder mit der Anzahl der Elementaratome, und erhielt so allerdings öfter nahe liegende Zahlen, z. B. der zweigliedrige

Olivin	$\dot{M}g^3\,\ddot{S}i$	= 1327 Atg.,	3,35 Spg.,	$\frac{390}{10}$	= 39
Chrysoberyll	$\ddot{\bar{B}}e\,\ddot{A}l^3$	= 2284 —	3,9 —	$\frac{617}{16}$	= 39.

Eine auffallende Formverwandtschaft findet Statt zwischen

Arragonit	$\dot{C}a\,\ddot{C}$	626 Atg.,	2,93 Spg.,	$\frac{214}{5}$	= 43
K Salpeter	$\dot{K}\,\overset{\therefore\cdot\cdot}{\bar{N}}$	1264 —	1,94 —	$\frac{651}{8}$	= 81
Bournonit	$\overset{\prime}{P}b^2\,\overset{\prime}{\bar{C}}u\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{S}}b$	5996 —	5,77 —	$\frac{1037}{11}$	= 94.

Es verhält sich 43 : 81 : 94 = 1 : 2 : 2. Die rhomboedrische Reihe

Kalkspath	$\dot{C}a\,\ddot{C}$	626 Atg.,	2,72 Spg.	$\frac{230}{5}$	= 46
N Salpeter	$\dot{N}a\,\overset{\therefore\cdot\cdot}{\bar{N}}$	1066 —	2,2 —	$\frac{485}{8}$	= 61
Rothgülden	$\overset{\prime}{A}g^3\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{S}}b$	6866 —	5,82 —	$\frac{1180}{10}$	= 118.

Die Zahlen verhalten sich etwa wie 2 : 3 : 5.

Es haben ferner Schwefel 97, Skorodit 48; Cölestin 52, Binarkies 53; Zirkon 46, Rutil 39; Anatas 43, Vesuvian 47; Quarz 54, Beryll 52, Chabasit 52, Feldspath 63, Albit 58, Oligoklas 57, Labrador 57, Anorthit 60.

Wenn nun schon bei diesen einfachern Fällen die Thatsache nicht schlagend ist, so verliert sie vollends an Bedeutung, sobald man fremdartige Minerale mit einander vergleicht: so haben Quarz und Schwerspath genau die Zahl 54, Staurolith und Zinkvitriol 44, Turmalin und Skorodit 48. Ueberhaupt liegen nach Dana's Methode die gewonnenen Zahlen unter einander so nahe, daß man sie bei der Complication der Rechnung eher als ein Spiel des Zufalls als für etwas anderes ansehen kann. Dennoch wagt sich Herrmann noch weiter (Erdmann's Journal prakt. Chem. 43. 35. 81): er meint, daß namentlich bei complicirten Silicaten, wie Turmalin, Glimmer, Epidot rc. eine Heteromerie Statt finde, d. h. es seien darin Verbindungen von gleicher Form, aber verschiedener chemischer Constitution zusammen krystallisirt. Das wird ihm schwer werden, nachzuweisen!

Im Ganzen scheinen demnach über den Isomorphismus noch keine wichtigen Aufschlüsse gewonnen zu sein, die uns erlaubten weiter fortzuschreiten. Daß dieser Isomorphismus keine vollkommene Uebereinstimmung in den Winkeln nach sich zieht, liegt in der Natur der Sache. Hier bleibt vielmehr für die einzelnen Substanzen ein Spielraum. Aber gerade dieser Spielraum erlaubt bei den Rhomboedern der Kalkspathgruppe einen Rück-

schluß auf den Inhalt, wie das am Ende des Kalkspaths auseinander gesetzt ist.

Dimorphismus

ist die Eigenschaft einer Mineralmasse in zweierlei Systemen zu krystallisiren. Lange wußte man, daß Kalkspath und Arragonit aus der gleichen Masse $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ bestehen, und doch waren sie in Beziehung auf ihre mineralogischen Eigenschaften so verschieden, daß Thenard (Gilbert's Ann. 31. 297) den Arragonit als den einzigen Körper ansah, in welchem ein wirklicher Widerspruch zwischen der chemischen Analyse und der Krystallform bestehe. Der Triumph Stromeyers im Februar 1813 (Gilbert's Ann. 43. 231) war daher kein geringer, als derselbe in den Krystallen von Dax und Molina 4 p. C. $\dot{Sr}\,\ddot{C}$ nachwies, und diesen nach damaliger Ansicht für den Krystallbilder hielt, welcher die übrige Masse „gleichsam zwingen kann", die gleiche Krystallform anzunehmen. Erst Mitscherlich zeigte 1823 am Schwefel bessere Gründe (Ann. de Chim. XIV. 264, Abh. Berl. Akad. Wiss. 1823. pag. 43). Der Schwefel nämlich krystallisirt bei der Sublimation 2gliedrig, bei der Schmelzung 2 + 1gliedrig, ist also ohne Widerrede zweiförmig (dimorph). Nun war der Widerspruch gelöst. G. Rose zeigte sogar später, daß Arragonit sich aus warmen, Kalkspath aus kalten Lösungen bilde, und man sieht jetzt allgemein als Grund der verschiedenen Krystallisation die verschiedenen chemischen Umstände an, unter welchen sie wachsen. Gute Beispiele für Dimorphismus sind außer Schwefel und Kalkspath:

Kohlenstoff (Diamant und Graphit), arsenige $\ddot{As}$ und Antimonoxyd $\ddot{Sb}$, beide isomorph und dimorph regulär und zweigliedrig; Kupferglas $\overset{,}{Cu}$ zweigliedrig und regulär; Schwefel- und Binarkies $\overset{,,}{Fe}$; Salpeter $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{N}$ zweigliedrig und rhomboedrisch. Vielleicht auch Kalkgranat und Vesuvian, aber auf so complicirte Silikate ausgedehnt muß die Sache mehr als hypothetisch bleiben. Sogar

Trimorphie scheint bei der Titansäure $\ddot{Ti}$ vorzukommen, wo der viergliedrige Rutil mit dem viergliedrigen Anatas nicht gut in Uebereinstimmung gebracht werden kann, und außer dem der Brookit ausgezeichnet zweigliedrig ist. Vergleiche auch Rauschgelb $\overset{,,,}{As}$.

Der Nickelvitriol $\dot{Ni}\,\dddot{S} + 7\,\dot{H}$ ist viergliedrig und zweigliedrig, mit Eisenvitriol zusammen fügt er sich sogar in die 2 + 1gliedrige Form. Allein wenn man die vicarirenden Substanzen zu Hilfe nehmen will, dann greift das Gesetz wieder weit über die Grenzen. Mit dem Dimorphismus scheint

Das Umstehen der Substanzen (Paramorphose) in engster Verbindung zu stehen. Bekannt ist die Erscheinung beim Zucker: die frischen Bonbons sind amorph, zeigen einen glasartigen Bruch, nach einigen Wochen werden sie krystallinisch-fasrig, bröckeln und lösen sich leichter. Aus denselben Gründen wird die glasige arsenige Säure durch längeres Stehen porcellanartig trüb. Die durch Schmelzung erhaltenen 2 + 1gliedrigen Schwefelkrystalle verlieren bald (nach wenigen Stunden) ihre Durchsichtigkeit, man

meint, daß sie zu einem Aggregat von 2gliedrigen Krystallen umstehen. Der zweigliedrige Nickelvitriol wird am Licht (besonders an direktem Sonnenlicht) trübe, verwandelt sich in ein Aggregat von Quadratoktaedern. Besonders schön ist die Erscheinung beim Quecksilberjodid (Pogg. Ann. 28. 116), die gelben zweigliedrigen durch Sublimation erhaltenen Krystalle werden vorsichtig behandelt beim Erwärmen, ja sogar bei Berührung, ruckweis schön roth, indem sie zur viergliedrigen Form umstehen. Der Arragonit zerfällt im Glaskolben erhitzt zu Pulver, da das Pulver einen größern Raum einnimmt, so scheint es aus kleinen Kalkspathrhomboedern zu bestehen.

Chemische Analyse.

Der Mineraloge darf chemische Hilfsmittel allerdings erst dann anwenden, wenn er mit den mineralogischen nicht zum Ziele kommt, und je virtueller er in seinem Fache sich ausbildet, desto weniger wird er ihrer bedürfen. Ja in vielen Fällen ist es um das Wissen, ob dieser oder jener Stoff dem Minerale beigemischt sei, eine fast gleichgültige Sache. Jedenfalls dürfen wir nie vergessen, daß in dem Augenblicke, wo wir das Feuer und die Säure zur Hand nehmen, wir in ein fremdes Gebiet hinüberstreichen, und wenn dieses voreilig geschieht, so können wir leicht und nicht ungestraft in Wege gerathen, die der tüchtige Mann des Faches nicht gehen sollte.

Indeß ist praktisch genommen der Stoff wieder überaus wichtig und inniger mit den Eigenschaften der Minerale verwoben, als es bei Pflanzen und Thieren zu sein scheint. Man wird sich daher um so lieber mit den Mitteln vertraut machen, welche zu dieser Kenntniß führen, als wir gehörig mineralogisch vorbereitet meist nur der kleinsten Apparate bedürfen. Von diesen kann daher auch nur hier die Rede sein, das weitere muß dem Chemiker von Fach überlassen bleiben. Denn wenn es sich ein Mal nicht mehr um die Kenntnisse der Minerale, sondern um ihre letzten Stoffe handelt, so kann der Chemiker allein mit allen Mitteln seiner Wissenschaft uns Hilfe bringen, deren Resultate wir historisch aufzunehmen haben. Beide, Mineralogen und Chemiker, werden um so mehr von einander lernen, je besser sie es verstehen, ihre Gebiete zu sondern.

Untersuchung auf trockenem Wege.

Ohne Zuschläge.

Dazu gebraucht man das allbekannte Löthrohr pag. 129 und die Weingeistlampe. Als besten Führer nehmen wir Plattner. Kleine Proben erhitze über der Weingeistlampe, was man auch durch Blasen mit dem Löthrohr noch verstärken kann:

1) In einerseits verschlossener Glasröhre: das Wasser entweicht, und setzt sich im Halse wieder ab; flüchtige Säuren geben sich namentlich bei stärkerer Hitze durch Röthen des Lackmuspapieres zu erkennen; Schwefel- und Kupferkies geben Schwefel ab, heiß braun, kalt gelb aussehend; Arsenikkies, Speiskobalt sublimiren Arsenik unter Knoblauchgeruch; viele Minerale decrepitiren sehr stark, wie Spatheisenstein, was sich dabei in Magneteisen verwandelt; Zinnober sublimirt ꝛc.

2) *In beiderseits offener Glasröhre.* Lege die Probe hart an den Feuerrand, und wenn sie decrepitirt, pulverisire. Durch Neigen der Röhre hat man den Luftzug ganz in der Hand. Der Schwefel in den Schwefelmetallen verflüchtigt sich als schweflige Säure; Selenmetalle riechen nach Rettig; Arsenmetalle geben meist ein Sublimat von arsenichter Säure in kleinen Oktaedern; Antimonverbindungen geben sich durch einen weißen Rauch, Antimonoxyd, zu erkennen; ebenso Tellur. Quecksilber setzt sich in Kügelchen an die Röhrenwand. Erhitzt man mit der Löthrohrflamme

3) *auf Kohle*, so geben sich Schwefel, Selen und Arsen meist durch den Geruch zu erkennen. Achte besonders auf die Beschläge! Antimon und Arsenik geben einen weißen Beschlag von Antimonoxyd und arseniger Säure; ersterer ist weniger flüchtig als letzterer, legt sich daher näher bei der Probe nieder, der ähnliche Tallurbeschlag färbt die Reductionsflamme grün; Wismuth beschlägt mit Oxyd, heiß oraniengelb; der Beschlag des Bleies ist schwefelgelb und verflüchtigt sich in der Reduktionsflamme mit blauem Schein; der Zinkbeschlag ist heiß gelb, wird beim Erkalten weiß und leuchtet beim Daraufblasen; Cadmium ist flüchtiger und gibt weiter von Zinkoxyd weg einen gelben bis braunen Beschlag; ja an der äußersten Gränze kann die Kohle davon bunt anlaufen.

4) In der *Platinzange* oder am *Platindraht* untersucht man kleine Splitter, die man sich durch Zerschlagen in Papier oder Erhitzen im Kolben verschafft. Decrepitiren sie zu Pulver, so reibt Berzelius dasselbe mit Wasser an, tröpfelt etwas auf die Kohle, woraus sich beim Daraufblasen eine dünne Platte bildet, die man in die Pincette nehmen kann. Noch einfacher bedeckt man die Probe blos mit dicker Gummilösung. Dabei hat man vor allem auf die

Färbung der Flamme zu sehen. Natronsalze färben sie *gelb*, wenn man damit die Spitze der blauen Flamme berührt, Kalisalze *violett*, doch darf weder Natron noch Lithion zugegen sein. Lithion, Strontian und Kalk geben *rothe Flammen*. Das schöne Purpurroth der Lithionglimmer und Lithionfeldspathe ist eine sehr ausgezeichnete Reaktion, aber das Natron kann auch hier, wie beim Amblygonit, die Farbe decken. Strontianit und Cölestin färben auch gut, zu viel Baryt hindert aber. Die Farbe der Kalke ist minder schön roth, kommt aber bei Kalkspath, Flußspath, Gyps, Tafelspath vor. *Gelblichgrün* färbt der Schwerspath und Witherit, ähnlich Molybdän $\ddot{M}$. Prachtvoll ist die smaragdgrüne Flamme von Kupfersalzen, Malachit, Dioptas, selbst wenn Kupfer unwesentlich ist, wie im Türkis. *Phosphorsaure* Salze erzeugen öfter schon für sich eine blaßblaugrüne Färbung, besonders wenn man sie in Schwefelsäure taucht, oder gar gepulvert mit Schwefelsäure einen Taig anrührt und in das Ohr eines Platindrahts streicht. Den etwaigen Wassergehalt entfernt man vorher durch Rösten. *Borsäure* im Oehre eines Platindrahts gibt eine *zeisiggrüne* Flamme, selbst der natronhaltige Borax gibt auf Kohle entwässert, dann fein gepulvert und stark mit Schwefelsäure befeuchtet auf Platindraht noch intensive grüne Färbung, so lange freie Schwefelsäure vorhanden. *Azurblau* färbt Chlorkupfer in der äußern Flamme, wird aber dann grün von gebildetem Kupferoxyd. Selen

auf Kohle verflüchtigt sich auch mit azurblauem Schein, Bleisalze auf Platindraht oder in der Pincette geben ein schön blaues Licht, mit bläulichem Licht entweichen die Beschläge von Bleioxyd, Antimonoxyd und arseniger Säure.

Die Veränderungen der Proben im Feuer sind verschieden: Granat schmilzt ruhig zu einer Kugel; Zeolithe schäumen und krümmen sich. Borax bläht sich Blumenkohlartig, eben so Epidot, es scheint von der Entwickelung eines Gases zu kommen, was man jedoch nicht kennt; Roheisen und oxydische Eisenerze sprühen Funken, Salpeter auf Kohle verpufft. Das Schmelzprodukt wird ein durchsichtiges Glas, ein porcellanartiger Email oder eine Schlacke, so heißt der poröse löcherige Körper. Durch Reduction auf Kohle erzeugt sich bei Blei, Zinn, Wismuth, Kupfer, Silber eine Metallkugel (Regulus). Am Phosphorsauren Blei, Steinsalz ꝛc. bedecken sich die Perlen mit Facetten (krystallisiren). Der Schmelzproceß hängt bei Eisenerzen wesentlich mit der Oxydation zusammen. Bringt man z. B. eine feine Nadel von rothem Glaskopf ($\ddot{\bar{F}}e$) in die äußere Flamme, so ist sie unschmelzbar, in der innern dagegen fängt sie an zu schmelzen und Funken zu sprühen, weil sich das Eisen in der Reduktionsflamme in Magneteisen $\ddot{\bar{F}}e\,\dot{F}e$ verwandelt. Schwefel- und Arsenmetalle in der äußern Flamme besonders in Pulverform auf Kohle behandelt rösten, d. h. sie geben etwas Schwefel und Arsen ab und verwandeln sich in schwefelsaure und arseniksaure Metalloxyde, die dann in der innern Flamme öfter gänzlich von Schwefel- und Arsenikgehalt reducirt werden können. Bei Gegenwart von Eisen folgen die Kugeln dem Magnet. Wenn so die Prüfung im bloßen Feuer beendigt ist, so schreitet man zur

Prüfung mit Zuschlägen.

Borax, Phosphorsalz, Soda, Kobaltsolution sind die wichtigsten Löthröhrreagentien. Borax und Phosphorsalz nimmt man gewöhnlich mit dem Hacken eines Platindrathes, seltener auf Kohle. Man darf das Drath nur erhitzen und in die Salze tauchen, so hängt sich sogleich die gehörige Menge an, die erhitzt zu einem farblosen Glase schmilzt, welches bei der Untersuchung die Dienste leistet. Hat man zu viel färbendes Mittel hinzugethan, so stößt man den größten Theil der Perle ab und taucht das Draht von Neuem ins Salz, wonach dann lichtere Farbe kommt. Auch kann man die Perle leicht mit der Pincette pressen, um so die dünnere Masse durchsichtiger zu machen. Durch stoßweises Daraufblasen (Flattern) werden die Perlen öfter unklar. Auch muß man vorsichtig zwischen Reductions- und Oxydationsflamme unterscheiden.

Borax $\dot{N}a\,\ddot{B}^2 + 10\,\dot{H}$ erhitzt bläht sich wurmförmig, das Wasser entweicht und die überschüssige Borsäure wirkt lösend, indem sie schwache Säuren austreibt, sich mit Oxyden verbindet und mit dem $\dot{N}a\,\ddot{B}^2$ klare Doppelsalze bildet. Wenn sich leicht reducirbare Oxyde von Zink, Cadmium, Blei, Wismuth, Nickel, Kupfer, Silber ꝛc. darin befinden, deren Metalle sich mit Platin legiren könnten, so muß die Reduction auf Kohle vorgenommen werden.

Phosphorsalz ($\dot{H}\ \dot{A}m\ \dot{N}a$) $\ddot{\bar{P}} + 8\,\dot{H}$, bei der Hitze entweicht Wasser und Ammoniak, es bleibt metaphosphorsaures Natron $\dot{N}a\ddot{\bar{P}}$, die freie feuer-

beständige $\ddot{\bar{P}}$ hat eine stark lösende Kraft, nur die Kieselerde bleibt als ungelöstes Skelett zurück, und die Farben sind meist etwas anders als mit Borax, öfter sogar deutlicher.

Soda $\dot{Na}\ddot{C}$ ein weißes Pulver, das man mit Speichel anfeuchtet, und im Ballen der Hand mit der Probe mischt. Vorzüglich dient es auf Kohle zur Reduction der Metalloxyde von Molybdän, Wolfram, Antimon, Arsen, Tellur, Kupfer, Wismuth, Zinn, Blei, Zink, Kadmium, Nickel, Kobald, Eisen sammt den edlen Metallen. Die Masse zieht sich zwar in die Kohle, allein man bricht das Stück aus, zerstoßt und schlämmt es, und sucht dann die Metallblättchen mit der Lupe. Die Reduction geschieht erst in der Kohle, durch Kohlenoxydgas, was daselbst entwickelt wird. Noch leichter reduciren neutrales Oralsaures Kali und Cyankalium, letzteres breitet sich aber zu stark auf der Kohle aus, und zerstreut daher die Metallkörner zu sehr. Ferner wichtig ist Soda als *Schmelzmittel*: die Kieselerde schmilzt unter Brausen damit zusammen, und bildet über der Kohle eine klare Perle, wenn nicht zu viel Soda zugesetzt wird. Der Rutil $\ddot{Ti}$ gibt zwar auch eine Perle, die aber undurchsichtig wird. Die Verbindungen von Wolfram- und Molybdänsäure gehen in die Kohle. Ebenso die Salze von Baryt- und Strontianerde, welche auch mit Soda zusammen schmelzen. Die meisten Kalkerdesalze dagegen werden, so fern ihre Säure stärker als Kohlensäure ist, zersetzt, das gebildete Natronsalz zieht sich in die Kohle, und die Kalkerde bleibt auf der Kohle zurück. Als *Aufschließungsmittel der Silicate* gibt die Soda an die Kieselsäure Natron ab, es entstehen klare Gläser, so lange es einfache Silikate sind, aber bei größerm Zusatz von Soda werden die schwächern Basen durch das $\dot{Na}$ ausgeschieden, die Masse wird unschmelzbar und unklar. Will man z. B. Feldspath auf Kali untersuchen, so mischt man den gepulverten Feldspath mit 1 Theil Soda und 1 Theil Borax, schüttet ihn in eine kleine Kapsel von Filtrirpapier, das man mit Soda getränkt hat, und erhitzt das in einer Grube auf Kohle, bis es im Orydationsfeuer zu einer durchsichtigen blasenfreien Kugel geschmolzen ist, diese gibt dann gehörig behandelt auf nassem Wege mit Platinchlorid die Reaktion auf Kali.

Kobaltsolution $\dot{Co}\dddot{\bar{N}}$ eine nicht zu concentrirte Auflösung von Salpetersaurem Kobaltoxydul in Wasser. Befeuchtet man damit die erhitzte Probe, und bläst wieder darauf, so zeigt sich Thonerde durch eine schöne *blaue*, Talkerde durch *rosenrothe* Farbe an. Beryllerde wird hellbläulichgrau, Zirkonerde schmutzig violett, das Zinkoxyd in den meisten seiner Salze nicht zu heftig geglüht und auch als Beschlag auf Kohle *grün*.

In einzelnen Fällen ist es gut bei der Hand zu haben:

Salpeter $\dot{K}\dddot{\bar{N}}$ in dünnen Säulen um in Glasflüssen Metalloxyde auf höchste Stufe der Orydation zu bringen, man berührt die schmelzende Perle mit einer Salpeternadel.

Doppeltschwefelsaures Kali zur Entdeckung von Lithion und Borsäure. Man pulvert das Mineral und mengt es mit 1 Theil Flußspath und $1\frac{1}{2}$ $\dot{K}\dddot{S}^2$ mit wenig Wasser zum Teige und streicht davon auf das Oehr eines Platindrathes. Auch Brom, Jod, Fluor 2c. läßt sich damit erkennen.

Verglaste Borsäure zur Auffindung von Phosphorsäure. Man löst darin die Probe auf Kohle und schiebt ein feines Eisendrath hinein. Das Eisen oxydirt sich auf Kosten der Phosphorsäure, es entsteht phosphorsaures Eisenoxydul und Phosphoreisen, welch letzteres zu einer brüchigen Kugel schmilzt. Freilich dürfen in der Probe keine Bestandtheile sein, die das Eisen reduciren könnten.

Zinn in Form von Stanniolstreifen, um das Reduciren von Metalloxyden zu erleichtern, man darf die glühende Perle nur damit berühren, aber dann nicht mehr zu lange darauf blasen.

Zuletzt wachsen freilich die Hilfsmittel zu einem förmlichen Laboratorium an, denn wer möchte die Gränzen ziehen, wenn man vollends noch weiter schreitet, zur

Untersuchung auf nassem Wege.

In Beziehung auf Löslichkeit kann man dreierlei unterscheiden:

1) In Wasser lösliche Minerale, dahin gehören außer dem Steinsalz eine Menge Salze, die gewöhnlich Kunst besser darzustellen vermag als Natur, wie z. B. die Vitriole. Ja wenn sie sich auch irgendwo im Schoße der Erde einmal erzeugt haben sollten, so waren sie wegen der Circulation des Wassers überall den größten Gefahren ausgesetzt. Selbst Massen, wie Steinsalz, konnten vor solcher Gefahr nicht immer schützen. Auch Sassolin und Arsenikblüthe sind löslich.

2) In Säuren lösliche. Gewöhnlich versucht man es mit Stücken, bei schwer löslichen ist aber Pulverisiren und sogar Schlämmen nothwendig, damit das Lösungsmittel möglichst viele Angriffspunkte bekomme, auch muß mit Erwärmen nachgeholfen werden. Für Erden, Eisen- und Manganverbindungen nimmt man Salzsäure. Zuweilen darf die Säure nicht concentrirt sein, wie beim Witherit. Löst sich die Substanz mit Brausen und ohne Geruch, so ist Kohlensäure darin. Bei $\ddot{\not{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$ oder $\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$ kann aber auch Chlor frei werden. Schwefelwasserstoff gibt sich durch seinen Geruch kund, und schwärzt ein mit Bleizuckerauflösung befeuchtetes Streifchen Papier. Metallische Verbindungen lösen sich leichter in Salpetersäure. Bei manchen Silicaten findet sich nur ein Theil löslich, der Rückstand muß dann behandelt werden wie

3) In Säuren unlösliche. Gewöhnlich Silicate. Dieselben müssen auf Kohlen in Sodapapier pag. 141 oder besser in einem Platintiegel mittelst starkem Feuer aufgeschlossen werden. Zu dem Ende wird die Probe fein gerieben und mit dem 3—4fachen Gewicht von Kohlensaurem Kali oder Natron oder 5—6fachen von Kohlensaurem Baryt gemischt. Das Kali tritt dann an die $\ddot{\mathrm{Si}}$, die $\dot{\mathrm{C}}$ entweicht unter Brausen, es entsteht ein basenreicheres Salz, was sich nur in Salzsäure aufschließen läßt. Die $\ddot{\mathrm{Si}}$ läßt sich an der Gallertbildung erkennen, welche bei langsamem Abdampfen der Flüssigkeit entsteht. Bei Thonerdereichen Edelsteinen wird saures schwefelsaures Kali zum Aufschließen empfohlen.

Ist das Mineral nun aufgeschlossen, so ist der Gang der Untersuchung der gleiche, welchen H. Rose (Ausführliches Handbuch der analytischen Chemie 1851) zuerst für die analytische Chemie überhaupt aufge-

stellt hat. Ein kleineres Werk schrieb Fresenius, Anleitung zur qualitativen chemischen Analyse. Braunschweig 1853. 8te Auflage).

Wichtigste Reaktionen.

Kali = $\dot{K}$. Blaue Flamme auf Platindraht, aber Natron und Lithion verdecken die Farbe. Schmilzt man Borax mit etwas Borsäure versetzt am Draht und setzt so viel Nickeloxydul hinzu, daß das Glas beim Erkalten bräunlich erscheint, so bekommt es durch Kalisalz einen blauen Schein. Platinchlorid erzeugt in neutralen und sauren Lösungen einen gelben krystallinischen schweren Niederschlag von Kaliumplatinchlorid.

Natron = $\dot{Na}$ färbt die Löthrohrflamme gelb, selbst bei Gegenwart von Kali und Lithion, allein die Flamme ist dem gewöhnlichen Lampenlicht so ähnlich, daß man sich vor Täuschung hüten muß. Auf nassem Wege suche man sich kleine Salzwürfel ($NaCl$) zu verschaffen.

Lithion = Li färbt die Löthrohrflamme purpurroth, nur hindert das Natron. Schwaches Feuer besser als starkes. Das gepulverte Lithionsilicat mit 1 Theil $Ca\,Fl$ und $1\frac{1}{2}$ Theile $\dot{K}\ddot{S}^2$ zu einem Teige angemacht und auf das Platinohr gestrichen zeigt bei Lithionturmalin und Skapolith noch rothe Flamme.

Baryterde = $\dot{Ba}$. Schwefelsäure und alle löslichen schwefelsauren Salze (Gypssolution) erzeugen in den verdünntesten Barytlösungen sogleich einen feinen weißen Niederschlag von Schwerspath, der in Säuren und Alkalien unlöslich. Baryterde färbt die Löthrohrflamme gelblich grün.

Strontianerde = $\dot{Sr}$. Gibt langsamer einen Niederschlag von Cölestin, aber färbt die Löthrohrflamme sehr schön roth. Chlorstrontium löst sich in absolutem Alkohol, Chlorbaryum nicht.

Kalkerde = $\dot{Ca}$. Oxalsäure bringt selbst in verdünnten neutralen Kalklösungen einen weißen Niederschlag von oxalsaurem Kalk hervor. Man muß aber $\dot{Ba}$ und $\dot{Sr}$ zuvor durch schwefelsaures Kali getrennt haben. Viele Kalkerdesalze leuchten vor dem Löthrohr stark; zersetzen die Soda und Kalkerde bleibt auf der Kohle pag. 141.

Talkerde = $\dot{Mg}$ wird weder durch Schwefelsäure noch Oxalsäure gefällt, wohl aber bei Gegenwart von Ammoniak durch Phosphorsaures Natron, indem sich basisch phosphorsaure Ammoniak-Talkerde (Struvit) als weißes krystallinisches Pulver ausscheidet. Kobaltsolution erzeugt öfter rothe Farbe im Feuer pag. 141.

Thonerde = $\ddot{Al}$ läßt sich in ihren Verbindungen häufig daran erkennen, daß sie mit Kobaltsolution eine sehr schöne Berlinerblaue Farbe annimmt. Kali fällt aus Auflösungen der Thonerde voluminöses Thonerdehydrat, das im Ueberschuß des Fällungsmittels leicht löslich. Ammoniak oder Salmiak fällen sie wieder.

Beryllerde = $\ddot{Be}$ löst sich in großer Menge im Borax zu klarem Glase, das bei völliger Sättigung durch Flattern milchweis wird. Kohlensaures Ammoniak fällt die Beryllerde, löst sie aber wieder im Ueberschuß zugesetzt, die Thonerde dagegen nicht. Aus der verdünnten Auflösung von Kali fällt sie durch's Kochen, kann also so von der Thonerde getrennt werden.

Yttererde = $\dot{\mathrm{Y}}$, Erbiumoxyd = $\dot{\mathrm{E}}$ und Terbiumoxyd = $\dot{\mathrm{Tr}}$ verhalten sich vor dem Löthrohr unter einander gleich und wie Beryllerde. Kali fällt sie, löst sie aber nicht wieder im Ueberschuß.

Zirkonerde = $\dddot{\mathrm{Zr}}$ auf Kohle leuchtet sie stärker, als irgend ein anderer Körper, mit Kobaldsulution wird sie schmutzig violet.

Thorerde = $\dot{\mathrm{Th}}$ im Borax in geringer Menge zu klarem Glase löslich, das unter der Abkühlung milchweiß wird.

Ceroxydul = $\dot{\mathrm{Ce}}$, Lanthanoxyd = $\dot{\mathrm{La}}$, Didymoxyd = $\dot{\mathrm{D}}$ kommen meist zusammen vor, im Borax und Phosphorsalz außen rothe oder dunkelgelbe Gläser, je nach dem man mehr oder weniger zusetzt; in der innern Flamme wird die Phosphorsalzperle farblos, und die Boraxperle kann emailweiß geflattert werden.

Mangan = Mn färbt Boraxglas intensiv violet, was sich kalt mehr röthet, in der Reduktionsflamme kann es auf Kohle (besonders auf Zusatz von Zinn) farblos geblasen werden ($\dot{\mathrm{Mn}}$). Phosphorsalz wird nicht so stark gefärbt. Auf Platindrath oder Platinblech mit Soda zusammen schmelzbar, heiß grün und durchsichtig, kalt blaugrün und undurchsichtig $\dot{\mathrm{Na}}\,\ddot{\mathrm{Mn}}$). Die kleinsten Mengen werden so erkannt, besonders auf Zusatz von Salpeter.

Eisen = Fe gibt mit Borax in der äußeren Flamme dunkelrothe Gläser, die kalt gelb werden, in der innern grüne (Oxyd-Oxydul). Die Oxyde reduciren sich auf Kohle zu magnetischem Pulver. Schwefel- und Arseneisen muß vorher geröstet werden, sie geben ebenfalls eine magnetische Schlacke. $\dddot{\mathrm{Fe}}$ wird von Kali gefällt und im Ueberschuß nicht gelöst und dadurch leicht von $\ddot{\mathrm{Al}}$ getrennt.

Kobalt = Co gibt in beiden Salzen smalteblaue Gläser. Geringe Mengen schmelzen mit Soda zu schwach rosenrother Masse, die kalt grau wird. Arsen- und schwefelhaltige Kobalterze muß man vorher rösten.

Nickel = Ni stark magnetisch. Borax im Oxydationsfeuer erhält heiß violette Farbe, die unter der Abkühlung rothbraun wird ($\dot{\mathrm{Ni}}$). Im Reduktionsfeuer wird das Glas vom fein vertheilten Nickelmetall dunkel, die Theilchen ballen sich endlich, und das Glas wird klar.

Zink = Zn gibt auf Kohle einen Beschlag von Zinkoxyd, heiß gelb und kalt weiß aussehend, derselbe leuchtet stark beim Glühen. Kobaltsolution färbt den Beschlag grün. Mit Borax im Oxydationsfeuer heiß eine gelbe Perle, die kalt farblos wird, aber emailartig geflattert werden kann.

Kadmium = Cd ist flüchtiger als Zink, beschlägt die Kohle rothbraun in dünnen Lagen orangenfarbig, besonders wenn man das Pulver mit Soda mengt, und kurze Zeit reducirt.

Blei = Pb. Reducirt sich aus seinen Verbindungen leicht unter Brausen auf Kohle, und bedeckt dieselbe mit einem schwefelgelben Beschlag von Oxyd, der immer nahe der Probe liegt. Schwefelsäure gibt in den Lösungen einen weißen Niederschlag von Bleivitriol, Ammoniaksalze hindern die Fällung.

Zinn = Zn auf Platindraht im Oxydationsfeuer mit Soda unter Brausen zu einer unschmelzbaren Masse anschwellend, auf Kohle reducirbar, gibt einen weißen Beschlag, der sich nicht vertreiben läßt.

Wismuth = Bi gibt auf Kohle einen Beschlag von Oxyd, der heiß oraniengelb, kalt citronengelb, ohne farbigen Schein kann man ihn von einer Stelle zur andern treiben. Außerhalb des gelben befindet sich ein weißer Beschlag von kohlensaurem Wismuth. Mit Borax in der Oxydationsflamme ein opalartiges Glas.

Uran = U gibt mit Phosphorsalz im Oxydationsfeuer ein gelblichgrünes Glas, im Reductionsfeuer ein rein grünes.

Kupfer = Cu im Oxydationsfeuer mit Borax grünes Glas, das kalt ins blaue sich zieht, im Reductionsfeuer (besonders mit Zinn) wird es farblos, nimmt aber unter der Abkühlung eine rothe Farbe an (Cu). Auf Kohle kann das Kupfer metallisch ausgefällt und das Glas farblos werden. Die Verbindungen geben auf Kohle häufig ein Kupferkorn.

Quecksilber = Hg reducirt und verflüchtigt sich leicht auf Kohle, schon im Kolben sublimiren die Erze mit Soda oder Zinn gemischt Metall.

Silber = Ag reducirt sich aus vielen seiner Verbindungen leicht auf Kohle. Mit Borax in der Oxydationsflamme zum Theil reducirt, zum Theil macht es das Glas opalartig. Enthalten die Proben nur wenig, so wird es mit Boraxglas und Blei aufgenommen und dann auf Knochenasche im Oxydationsfeuer abgetrieben.

Platin = Pt, Palladium = Pd. Rhodium = R, Iridium = Ir, Ruthenium = Ru, Osmium = Os kommen zusammen mit gediegenem Platin oder auf dessen Lagerstätten vor. Das Osmium greift die Augen an, gibt sich durch seinen Geruch zu erkennen, und macht schon die Weingeistflamme leuchtend wie ölbildendes Gas.

Gold = Au reducirt sich leicht, bildet aber mit Kupfer und Silber oft Legirungen, die seine Farben etwas ändern.

Titan = Ti, das Oxyd $\ddot{Ti}$ mit Soda auf Kohle unter Brausen zum dunkelgelben Glase löslich, welches aufglüht und unter der Abkühlung krystallisirt. Mit Phosphorsalz im Reductionsfeuer gelbes Glas, das kalt schön violett wird. Bei Gegenwart von Eisen tritt das Violett erst mittelst Zinn hervor.

Tantal = Ta, Niobium = Nb, (Pelopium = Pp.). Ihre Säuren in Borax gelöst geben ein Glas, das nach Behandlung im Reductionsfeuer unklar geflattert werden kann. Schmilzt man die fein gepulverte Masse mit doppeltschwefelsaurem Kali, so scheiden sich bei der Behandlung im Wasser Tantal-, Niob- und Pelopsäure aus. Das Tantal-, Niob- und Pelopsaure Kali in Wasser gelöst, mit Salzsäure angesäuert und Galläpfeltinktur versetzt gibt für $\ddot{\overline{Ta}}$ hellgelben, $\ddot{Pp}$ orangengelben und $\ddot{\overline{Nb}}$ dunkelorangenrothen Niederschlag.

Antimon = Sb schmilzt und verdampft leicht auf Kohle und umgibt sich dabei mit weißem krystallinischem Antimonoxyd $\dot{\overline{Sb}}$. In der Glasröhre bildet sich Antimonrauch, der sich an die Röhre ansetzt und durch Anwärmen von einer Stelle zur andern getrieben werden kann.

Arsen = As verflüchtigt sich auf Kohle mit Knoblauchgeruch, und beschlägt die Kohle mit arseniger Säure. Der Beschlag ist weiß und liegt ferner von der Probe als der Antimonbeschlag.

Wolfram = W. Die Wolframsäure gibt mit Phosphorsalz im Oxydationsfeuer ein gelblich Glas, im Reductionsfeuer wird es beim Abkühlen schön blau, aber Gegenwart von Eisen macht die Probe braunroth.

Molybdän = Mo mit Borax im Oxydationsfeuer ein braunes Glas, mit Phosphorsalz ein grünes. Verpufft mit Salpeter auf Platinblech.

Vanadin = V mit Borax oder Phosphorsalz im Oxydationsfeuer ein gelbes, im Reductionsfeuer ein grünes Glas.

Chrom = Cr gibt ein prachtvolles smaragdgrünes Glas. Mit Salpeter zusammengeschmolzen bildet sich Chromsaures Kali, was mit essigsaurem Blei einen gelben Niederschlag von chromsaurem Blei gibt.

Tellur = Te schmilzt und verflüchtigt sich leicht, beschlägt die Kohle in weiter Entfernung mit telluriger Säure. Der Beschlag ist weiß, hat aber einen rothen Saum, mit der Oxydationsflamme läßt er sich von einer Stelle zur andern blasen, in der Reductionsflamme verschwindet er mit grünem Schein. Der Beschlag in offener Glasröhre ändert sich bei starkem Erhitzen zu telluriger Säure, die sich zu durchsichtigen Tröpfchen ballt.

Sauerstoff = O und Wasserstoff = H geben zusammen Wasser $\dot{H}$, was sich beim Erhitzen im Glaskolben am obern Ende als Beschlag zu erkennen gibt.

Stickstoff = N kommt besonders in der Salpetersäure und im Ammoniak vor. Erstere im Kolben erhitzt gibt salpetrige Säure, leicht am Geruch erkennbar, oder verpufft in schmelzbaren Salzen auf Kohle; dieses verräth sich beim Erhitzen durch seinen Geruch besonders im Kolben mit Soda behandelt, es sublimirt sich dann kohlensaures Ammoniak, welches geröthetes Lackmuspapier bläut.

Kohle = C gepulvert verpufft mit Salpeter gemischt im Feuer. Die kohlensauren Salze brausen in Salz- oder Salpetersäure. Die entweichende Kohlensäure trübt Kalkwasser.

Bor = B. Borsäure färbt die Löthrohrflamme grün, besonders wenn die Perle mit Schwefelsäure befeuchtet wird. Bei kleinen Mengen muß man das Pulver mit Flußspath und saurem schwefelsauren Kali zu einem Teige gemischt aufs Ohr des Platindrahtes streichen.

Silicium = Si. Die Kieselsäure gibt auf Kohle mit Soda eine klare Perle von Kieselsaurem Natron. Phosphorsalz kann dagegen die Kieselerde nicht lösen, sie zieht nur die Basen aus, und die Kieselerde bleibt als ein Skelet zurück, was man heiß in der Perle schwimmen sieht, wobei man jedoch öfters die Loupe zur Hand nehmen muß.

Schwefel = S gibt sich beim Erhitzen häufig durch seinen Geruch nach schwefeliger Säure zu erkennen. Ein kleiner Schwefelgehalt kann durch Zusammenschmelzen mit Soda und Kieselerde erkannt werden, wobei sich die Perle gelb oder braun durch Schwefelnatrium färbt. Das Pulver der Probe mit 2 Soda und 1 Borax auf Kohle im Reductionsfeuer geschmolzen und auf blankem Silber mit Wasser befeuchtet, beschlägt das Silber gelb von Schwefelsilber.

Selen = Se. Selenverbindungen auf Kohle mit der Oxydationsflamme zur Rothglühhitze gebracht und sogleich unter die Nase gehalten riechen nach verfaultem Rettig. Auf Kohle ein stahlgrauer Beschlag. In offner Glasröhre geröstet setzt sich das Selen in rother Farbe ab.

Phosphor = P. Die Phosphorsäure färbt die Löthrohrflamme grün, besonders wenn das Salz in Schwefelsäure getaucht wird. Am empfindlichsten ist auf nassem Wege die Reaktion mit molybdänsaurem Ammoniak.

Chlor = Cl. Löst man in Phosphorsalz Kupferoxyd und setzt die Probe zu, so kommt eine Lasurblaue Flamme von Chlorkupfer. Brom zeigt dieselbe Reaktion. Chlorsalze in Salpetersäure gelöst geben mit Salpetersaurem Silber einen Niederschlag von Chlorsilber.

Brom = Br unterscheidet sich vom Chlor, wenn man seine Salze im Glaskolben mit doppelt schwefelsaurem Kali zusammenschmilzt, der Kolben füllt sich sodann mit stinkenden rothgelben Dämpfen.

Jod = J mit Phosphorsalz und Kupferoxyd behandelt erzeugt eine schön grüne Farbe, mit $\dot{K}\ddot{S}^2$ im Glaskolben erhitzt violette Dämpfe. Die blaue Farbe des Jod-Amylums ist bekanntlich das empfindlichste Mittel.

Fluor = Fl greift wegen seiner starken Verwandtschaft zur Kieselerde das Glas an. Manche Glimmer und Hornblenden darf man nur in Glaskolben erhitzen, so entweicht Fluorkiesel, der durch Wasserdämpfe zersetzt einen Ring Kieselerde ablagert und Fernambukpapier strohgelb färbt. Uebergießt man die pulverisirte Probe im Platintiegel mit concentrirter Schwefelsäure, so wird beim Erwärmen Glas geätzt.

Krystallbildung.

Die Krystalle sind chemische Produkte, welche sich im Schoße der Erde auf natürlichem Wege gebildet haben. Dabei nimmt es freilich oft Wunder, wie in dem Complex so vieler Zufälligkeiten sich dennoch Formen bilden konnten, die keine chemische Kunst bis jetzt auch nur annähernd nachzubilden vermag. Wer staunt nicht über die Pracht der Bergkrystalle und Feldspäthe in den Klüften der Schneealpen, über die Reinheit der Granaten, Staurolithe, Cyanite ꝛc. mitten im Schiefer, über den Formenreichthum der Drusenräume auf Erzgängen, ja selbst in den Kalk- und Thonschlamm der jüngsten Flözgebirge fanden die schönsten Individuen von Schwefelkies, Kalkspath, Schwerspath, Cölestin ꝛc. ihre Wege. Die Natur zeigt sich auch hier als eine Lehrmeisterin, welcher zu folgen wir kaum die ersten Spuren gefunden haben. Daher der unaufhörliche Streit und die widersprechendsten Theorien, zum Glück ist aber davon die Kenntniß der Sache bis auf einen gewissen Grad unabhängig. Wir haben daher nur wenige Hauptpunkte zu berühren.

1) Bei der Bildung auf nassem Wege darf nicht übersehen werden, daß im Grunde kein Stoff als absolut unlöslich im Wasser angesehen werden kann, und daß die Krystallisation um so vollkommner vor sich geht, je langsamer der Ausscheidungsproceß stattfindet. Masse und Zeit konnten daher Produkte liefern, die unsern beschränkten Mitteln beim ersten Anblick unglaublich erscheinen.

a) Durch Lösung und Verdunsten pflegen sich die in Wasser löslichen Minerale gebildet zu haben, welche in der Erde keine sonderliche Rolle spielen, und die man künstlich häufig viel schöner machen kann. Löst man z. B. Kupfervitriol, Eisenvitriol, Alaun ꝛc. in reinem Wasser, und läßt es verdunsten, so bleibt ein krystallisirter Rückstand. Freilich spielt dabei die Temperatur eine wichtige Rolle. Krystalle, die sich in einer Sommernacht vergrößert haben, werden am Tage zum Theil wieder gelöst, weil das wärmere Wasser mehr löst, als das kältere. Daher ist vor allem eine gleichmäßige Wärme nöthig, und ein Keller für kältere Prozesse

sehr geeignet. Zu dem Ende wähle man einzelne wohlgebildete Individuen aus, und lege oder hänge sie an einem Faden in die Lösung. Die liegenden muß man öfter umwenden, damit sich die Flächen alle möglichst gleichmäßig ausdehnen. Je langsamer das Wasser verdunstet, desto mehr gelingt der Prozeß, daher ein Vortheil für chemische Fabriken, wo man mit großen Massen arbeitet. Mulder empfiehlt sehr hohe Gefäße, weil das Wachsen auf einem herunterfallenden Strom beruhe, welcher seinen Ueberschuß auf die Krystalle absetze, und dann wieder steige. Daher bekomme man in flachen Gefäßen viele aber kleine Krystalle. Payen (Compt. rend. 34. 518) einen Circulirapparat.

Nimmt man einen Tropfen solcher Lösung unter das Mikroskop (Pogg. Ann. 36. 238), so entsteht plötzlich ein fester Punkt, welcher schnell wächst, ohne daß man in der Nähe des Krystalls eine Bewegung oder Trübung erkennt, seine Umrisse bleiben immer scharf, von etwaigen Atomen, die sich hinzu bewegten, ist nirgends etwas erkennbar. Doch hat Knop (Erdmanns Journ. 1847. 41. 81) gezeigt, daß bei heiß gesättigten Alaunlösungen an den Gefäßrändern die größern Oktaeder kleine als Stäubchen erscheinende anziehen, die sich aber alle parallel an einander lagern. Es kann dieß wohl nur Folge der Anziehungskraft des Größern sein.

Die Form hängt wesentlich von der Temperatur ab, aber wie es scheint nur deshalb, weil der Krystall bei höherer Wärme genöthigt ist, weniger Krystallisationswasser aufzunehmen als bei niederer, wie das Haidinger zuerst am schwefelsauren Natron nachgewiesen hat, der von 33° C an ohne Wasser krystallisirt. Mitscherlich hat dieß dann (Pogg. Ann. 11. 323) bei einer großen Menge namentlich von schwefel- und selensauren Salzen wieder erkannt. Die Krystalle setzen sich auch lieber an rauhen als glatten Flächen an, daher legt man unter Umständen Fäden, Stäbe ꝛc. hinein.

b) Durch Lösung und Ausscheidung mittelst Wahlverwandtschaft sind ohne Zweifel mehr Minerale entstanden, als man bislang gewöhnlich annahm. In der Erde circuliren Wasser nach allen Seiten, sie führen hauptsächlich diejenigen Substanzen, welche sie auf ihrem Wege zur Lösung vorfinden. Wenn nun zwei oder mehrere solcher Strömungen von verschiedenen Seiten her mit verschiedenem Gehalt in einem hohlen Raume zusammen kommen, so müssen dieselben ihre Stoffe gemäß der Verwandtschaft gegenseitig austauschen. Es fällt z. B. immer auf, daß der Gyps niemals auf Gängen oder Drusenräumen eine Rolle spielt, oder wenn er vorkommt, so ist er ein entschieden secundäres Produkt durch Zersetzung von Schwefelmetallen entstanden. Und doch ist keine Lösung in den Flötzformationen gewöhnlicher, als Gypswasser. Nun kann man in manchen Schichten der Juraformation keinen Ammoniten durchschlagen, der nicht in seinen Kammern krystallisirten Kalkspath $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ und Schwerspath $\dot{Ba}\,\ddot{C}$ führte. Auf nassem Wege müssen die Sachen hineingeführt sein, denn sie liegen mitten im unveränderten Schlammgebirge, aber der schwefelsaure Baryt ist das unlöslichste aller Salze. Nehmen wir an, daß von einer Seite Gyps-, von anderer kohlensaure Wasser mit Baryterde kamen, so mußten diese beim Zusammenfluß Schwerspath fallen lassen; wenn Gypswasser mit Lösungen von kohlensauren Alkalien sich mischen, entsteht Kalkspath ꝛc. Bischoff (Leonhardts Jahrb. 1844. 257)

hat auf solche Weise die Erfüllung der Erzgänge, jener Hauptfundgrube von Krystallen, zu erklären gesucht. Fließen Bicarbonate von Eisen, Mangan, Talk und Kalk mit Kieselsauren Alkalien zusammen, so geht kohlensaures Alkali in Lösung fort, Quarz, Spatheisen, Manganspath, Bitterspath und Kalkspath scheiden sich aus. Da in allen Schwefelquellen sich Schwefelalkalien finden, und in diesen sich Schwefelantimon und Schwefelarsenik ꝛc. lösen, so könnte das der Weg sein, auf welchem dieselben so häufig in die Erzgänge geführt wurden.

Glücklicher Weise ist es in neuerer Zeit auch gelungen, die Sache zum Theil auf künstlichem Wege nachzuweisen: Masé (Compt. rend. XXXVI. 825) machte Schwerspath, Bleivitriol ꝛc. durch doppelte Zersetzung, indem er sehr verdünnte Lösungen auf einander einwirken ließ, z. B. in Salpetersaures Blei ließ er an einem Faden langsam schwefelsaures Eisenoxydul eindringen ꝛc. Noch einfacher gelangte Drevermann (Liebig, Ann. Chem. Pharm. 1853. 87. 120) zu seinem Zweck: er brachte je ein pulverförmiges Salz (neutrales chromsaures Kali und salpetersaures Bleioxyd) auf den Boden zweier ziemlich langer Glascylinder, füllte sie sorgfältig mit Wasser, und stellte sie neben einander in ein größeres Becherglas, in welches soviel Wasser geschüttet wurde, daß dieses über beide Cylinder hinaus stand. Durch die nach oben stattfindende Diffusion war nach einigen Monaten das salpetersaure Bleioxyd in das Becherglas gelangt, und es bildeten sich am Rande des mit chromsaurem Kali gefüllten Cylinders schöne Krystalle von Rothbleierz, Melanochroit, Weißbleierz. Auf ähnliche Weise wurde Kalkspath gemacht. Ja er hofft sogar durch Diffusion zweier Lösungen von Kiesel- und Thonerde in Kali zu einander Feldspath zu erhalten! Nicht so einfach ist das Verfahren von Bohl (l. c. 88. 114).

c) Auch der Einfluß schwacher Galvanischer Ströme scheint nach Becquerel's vielfachen Versuchen die Krystallisationskraft wesentlich zu unterstützen (Compt. rend. 20. 1509; 34. 29 und 573). Aus einer concentrirten Lösung von Kupfervitriol und Steinsalz, mit 3 Volumen Wasser verdünnt, worin er ein mit Platindraht umwundenes Stück Bleiglanz eintauchte, hatte sich nach 7 Jahren Chlorblei in Würfeln abgeschieden. Wenn Bleiglanz allein auf die Lösung einwirkte, so erzeugten sich große Steinsalzkrystalle, Chlorblei in Würfeln, Bleivitriol ꝛc. In der den Chemikern wohlbekannten Zerlegungszelle von Bird (Grahams Lehrb. Chem. I. 412) kann aus einer Auflösung der Chloride von Eisen, Kupfer, Zinn, Zink, Wismuth, Antimon, Blei, Silber das Metall mit vollkommenem Metallglanze und meist schön krystallisirt ausgeschieden werden, selbst die Kieselerde erscheint aus den wässerigen Lösungen des Fluorkiesels in krystallinischen Anfängen, ja Despretz glaubt mit einer schwachen galvanischen Batterie von Platindraht kleine Diamantkrystalle erzeugt zu haben.

Bei diesen Bildungen auf nassem Wege ist nicht zu übersehen, daß unter einem höhern Druck die chemischen Prozesse anders werden können, wie das Morlot am Dolomit nachzuweisen versucht hat.

2) Durch Sublimation entstehen in Vulkanen fortwährend noch viele Krystalle. Nicht blos einfache Stoffe wie Schwefel, Arsenik, Quecksilber, Jod ꝛc. können sich verflüchtigen, und in den Höhlen der kalten Gesteine wieder verdichten, sondern vor allen sind die so sehr verbreiteten Chlorverbindungen ins Auge zu fassen. Chlornatrium, Chlorkalium und

Chlorammonium verflüchtigen sich bekanntlich in allen Vulkanen, und setzen sich in den Kratern, nicht selten in großen Mengen, krystallinisch ab. Eisenglanz und Magneteisen erscheinen nicht blos in Vulkanen, sondern in Töpferöfen und Salzsiedereien: sie sind als Chlorverbindungen verflüchtigt und dann durch heiße Wasserdämpfe zersetzt. Aehnlich könnte man aus Zinnchlorid und Titanchlorid den Zinnstein und Rutil entstanden denken. Selbst die Kieselerde wird von heißen Wasserdämpfen fortgerissen, wie der Versuch von Jeffreys beweist: derselbe ließ durch einen Fayence-Ofen eine große Menge Wasserdämpfe streichen, die am Ausgangsloch mehrere Pfunde Kieselerde in Gestalt von Schnee absetzten. Beweis dafür bildet auch die schneeweiße, seidenglänzende, mehlartige Kieselerde (Eisenamianth) der Hochöfen.

3) Durch Schmelzung lassen sich mit Leichtigkeit viele Stoffe krystallinisch darstellen. Schon längst bekannt ist das Verfahren beim gediegenen Schwefel und Wismuth: man schmilzt wo möglich größere Mengen, und läßt sie langsam erkalten, es setzt sich sofort die Masse ringsum krystallinisch ab. Man stößt alsdann in die Decke ein Loch, gießt das noch Flüssige ab, und bekommt so beim Wismuth eine prachtvolle Druse, beim Schwefel ein zelliges Gewebe.

Manroß (Liebigs Ann. Pharm. 82. 348) schmolz 12 Theile schwefelsaures Kali mit 52 Chlorbaryum zusammen, und bekam so Krystalle von Schwerspath, ebenso konnte er Cölestin und dreifachblättrigen Anhydrit erzeugen; Wolframsaures Natron mit Chlorcalcium oder Chlorblei geben Krystalle von Tungstein und Scheelbleierz; Molybdänsaures Natron mit Chlorblei die schönsten durchsichtigen 2 Millimeter großen Tafeln von Gelbbleierz ꝛc.

Ingenieus ist das Verfahren von Ebelmen (Compt. rendus 1851. XXXII. 330): derselbe wählte Borax als Lösungsmittel, und setzte die Masse wochen- ja monatelang dem Feuer des Porzellanofens aus, der Borax verflüchtigt sich dann zum großen Theil, und die unverflüchtbare Masse bleibt krystallisirt zurück. So konnte er die werthvollsten Edelsteine, Korund und Sapphir, Spinell, Chrysoberyll ꝛc. in meßbaren Krystallen darstellen.

Durch diese und andere Mittel ist der Chemiker im Stande, immer mehr Licht über die Krystallbildung zu verbreiten, und kann er auch bis jetzt nur geringe Nachahmungen zeigen, so könnte doch vielleicht dereinst die Zeit kommen, wo die Natur in den meisten Formen von der Kunst erreicht, ja übertroffen würde. Dann wird man zwischen Mineralien und Chemikalien keine so bedeutende Scheidewand mehr ziehen wollen, als Mancher bis jetzt noch zu meinen scheint.

Die Ausbildung der Krystalle

zeigt sich im Gebirge und an Handstücken sehr verschieden. Zu den vollkommensten gehören die eingesprengten Krystalle. Sie liegen in einer nachgiebigen Grundmasse, in welcher sie sich ringsum ausbilden konnten. Zerschlägt man diese Grundmasse oder verwittert sie, so fallen die Individuen heraus. Die sogenannten porphyrischen Granite mit den grauen Feldspäthen, welche in allen Granitgebirgen eine so wichtige Rolle

spielen; der Gyps mit den rothen Quarzen von Spanien oder mit den Boraciten von Lüneburg; die alten Laven vom Vesuv mit den Leuciten liefern unter den massigen Feuergesteinen gute Beispiele. In den Alpen zeichnen sich besonders die Talk- und Chloritschiefer mit Granaten, Magneteisen, Staurolith, Turmalin ꝛc. aus. So oft ein Krystall ringsum gebildet ist und keine Ansatzstelle zeigt, muß er in einem Muttergestein seine Ausbildung erlangt haben. Die ältern Mineralogen, unter ihnen Linné, legten auf diese Erscheinung ein übergroßes Gewicht, sie betrachteten die Gebirge geradezu als die Mütter (matres), welche von den männlichen Salzen (patres) befruchtet wären. Man kann die Sache auch künstlich nachbilden: wenn man eine Alaunlösung mit Thon mischt, so ist derselbe nachgiebig genug, um die Ausbildung der Oktaeder in ihrem ganzen Umfange nicht zu stören.

Die Krystalldrusen setzen sich dagegen in Höhlen und Spalten des Muttergesteins ab. Sie haben gewöhnlich eine Unterlage, die aus gleicher Substanz wie der Krystall besteht, gleichsam eine Wurzel, worauf die Individuen frei auswuchsen. Das ansitzende Ende kann daher gar nicht oder doch unvollkommener ausgebildet sein, als die freie Spitze. Die Bergkrystalle in den Alpen und die vielen Krystallisationen auf Erzgängen sind zu bekannt, als daß wir darüber viel sagen dürften. Zuweilen kann der Ansatzpunkt so unbedeutend sein, daß man Mühe hat ihn zu finden, wie einzelne Bleiglanz- und Bournonitkrystalle von Neudorf auf dem Unterharz, oder Adulare in dem Alpengebirge. Aber schon die Reinheit ihrer Oberfläche deutet die Bildung im freien Raume entschieden an. Es war das oft nicht ohne Einfluß auf die Form. So findet man z. B. die Feldspäthe des Bavenoer Gesetzes immer auf Drusen, die des Karlsbader stets nur eingesprengt; die Titanite in Drusen neigen zur Zwillingsbildung, bei den eingesprengten im Sienit findet sich nie ein solcher Zwilling.

Gestörte Bildung findet Statt bei eingesprengten, wenn die Mutter nicht nachgiebig genug war, bei Drusen, wenn es an hohlem Raum fehlte. Die Krystalle konnten dann zwar nicht zur gehörigen äußern Ausbildung kommen, allein die innere Struktur hat darunter nicht gelitten, wie man das besonders deutlich an späthigen Mineralen erkennt, man sagt die Masse ist krystallinisch. Hauptsächlich gibt es zweierlei: das körnige und strahlige. Für das körnige bietet der Carrarische Marmor, der Dolomit, das Magneteisengestein, der Granit ꝛc. die schönsten Beispiele. Es haben sich die zahllosen Individuen so gedrängt, daß jedes dem andern den Platz streitig macht, und da es gänzlich am Muttergestein fehlt, so konnte keines zur Form gelangen, obgleich alle krystallinisch wurden. Doch können die Körner so klein werden, daß die Frage entsteht, ob man die Masse noch krystallinisch ansehen solle oder nicht. Wenn das Körnige dem Eingesprengten entspricht, so das Strahlige der Drusenform. Die Krystalle drängten sich in ihrem Streben nach freier Ausbildung so, daß sie sich gegenseitig der Länge nach drückten: der strahlige Kalkspath in Spalten der Kalkgebirge, die strahligen Quarze und Gypse in Gangtrümmern, viele Zeolithe ꝛc. erläutern das Gesagte. Endlich werden die Strahlen zur feinsten Faser. Mit dem Fasrigen ist gar häufig eine halbkugelförmig gekrümmte Oberfläche verbunden, gegen

welche die Fasern vom Centrum aus senkrecht strahlen. Unter den Eisenerzen zeigen der braune und rothe Glaskopf treffliche Beispiele. Kleinere Rundflächen nannte Werner traubig, größere nierenförmig. Es ist in dieser Glaskopfstruktur, so wie in dem Fasrigen überhaupt ein letztes Verkümmern der Krystallbildung gar nicht zu verkennen, die dann durch zahllose Uebergänge von kugeligen, knolligen, garbenförmigen, rosettenförmigen und anders verkommenen Krystallhaufen sich an das deutlich Krystallinische anschließen.

Bei Metallen und Erzen, welche in Dendriten, Blechen, zahn- und drahtförmig, in Platten und Klumpen anschießen, kann die Entscheidung, ob krystallinisch oder unkrystallinisch, öfter unmöglich werden. Werner war in Beschreibung aller dieser zufälligen äußern Gestalten sehr genau, indessen ergeben sie sich bei Beschreibung des Einzelnen so unmittelbar, daß wir darüber uns nicht weitläufig auszusprechen haben.

Die Afterkrystalle,

sogenannte Pseudomorphosen, zerfallen hauptsächlich in zwei wesentlich verschiedene Klassen: in chemisch veränderte und mechanisch erfüllte Formen. Da nun aber der Erfüllung stets eine chemische Veränderung vorausgehen muß, so sind Mittelformen nothwendig.

Die chemische Veränderung kann bei dimorphen Körpern zunächst ein einfaches „Absterben" sein, wobei weder Stoff zu noch hinwegkommt, die chemischen Atome gruppiren sich blos anders. Leicht kann man es bei amorphem Zucker (Bonbon) beobachten, derselbe wird nach wenigen Wochen strahlig und bröcklig, die Strahlen gehen von außen nach innen, werden also in der Mitte getrennt. Aehnlich die arsenichte Säure. Die Krystalle des durch Schmelzen erhaltenen Schwefels werden beim Stehen schnell trüb, weil sie sich bei gewöhnlicher Temperatur in die Sublimationsform umsetzen. Ebenso verändert sich das 2gliedrige schwefelsaure und selensaure Nickeloxyd am Licht in lauter kleine Quadratoktaeder. Das gelbe Quecksilberjodid wird durch Berührung roth. Im Basalte von Schlackenwerth in Böhmen kommen Arragonite vor, die den Blätterbruch des Kalkspaths zeigen.

Gewöhnlicher ist ein Verlust an Stoff: haben die Minerale Wasser, so geben sie leicht einen Theil dieses Wassers ab, und trüben sich. So sind z. B. die Zeolithe wasserhell, allein ein geringer Wasserverlust macht sie schneeweiß. Laumonit zerfällt zu Mehl. Eine Menge künstlicher Krystalle werden durch Wasserverlust unbrauchbar. Die Tagewasser laugen die Salze aus: so sind wenige Feldspäthe frisch und wohl erhalten, sie haben meist eine Trübung in Folge von Verlust des am leichtesten löslichen Kalisalzes, endlich zerfallen sie ganz zu Mehl (Porzellanerde). Einer der extremsten Fälle ist der, wo Rothgülden in Glaserz verwandelt wird, wie Marx ein Beispiel von der Grube „Junger Lazarus" bei Marienberg, Blum von der Grube Churprinz bei Freiberg anführt, doch scheint dieß schon kein reiner Fall mehr zu sein.

Veränderung durch Aufnahme von Stoffen zeigt sich vortrefflich beim Anhydrit, der durch Verbindung mit Wasser zu Gyps wird.

Gediegene Metalle können sich leicht oxydiren, wie Kupfer zu Kupferoxydul, und dieß kann dann weiter zum Malachit fortschreiten, wie so häufig bei den Kupfermassen im Ural geschieht. Der Martit von Brasilien scheint nichts weiter als Magneteisen zu sein, das sich vollkommen zu Eisenoxyd oxydirt hat. Eisenglanz wird leicht zu Brauneisenstein, die Manganerze haben meist eine Tendenz mehr Sauerstoff aufzunehmen. Wenn Bleivitriol die Stelle von Bleiglanz einnimmt, so scheint dieß zunächst nur eine einfache Aufnahme von Sauerstoff zu sein, die freilich nicht unvermittelt vor sich gehen konnte.

Ein Austausch von Stoffen fand am häufigsten Statt. Kann auch der Weg der Veränderung nicht immer sicher angedeutet werden, so kann man doch häufig eine Möglichkeit construiren. Sind die Stoffe gar zu heterogen, so ist es immer gerathener, die Sache für mechanische Erfüllung zu halten. Außerordentlich häufig findet man Schwefelkieskrystalle in Brauneisenstein verwandelt. Das Doppeltschwefeleisen $\overset{\prime\prime}{Fe}$, verwandelt sich dabei immer erst in Eisenvitriol $\dot{F}\,\dddot{S} + 6\,\dot{\bar{H}}$; das $\dot{Fe}$ wird dann zu $\dddot{\bar{Fe}}$, wie das so häufig bei Vitriollösungen geschieht. Eisenoxyd ist aber eine schwächere Basis als Oxydul, kann daher durch Kalk leicht seiner Schwefelsäure beraubt werden, wodurch dann $\dddot{\bar{Fe}}\,\dot{\bar{H}}$ = Brauneisenstein entsteht. Besonders leicht verwandelt sich auch der Spatheisenstein $\dot{Fe}\,\ddot{C}$ an der bloßen Atmosphäre zu $\dddot{\bar{Fe}}\,\dot{\bar{H}}$, die Lösungskraft des Wassers scheint hier allein das gelöste kohlensaure Eisen zur höhern Oxydation zu disponiren. Die verschiedenen Manganerze, besonders $\dddot{\bar{Mn}}\,\dot{\bar{H}}$, sind immer zu höhern Oxydationen auf Kosten des Wassers disponirt. Complicirter werden die Verhältnisse schon bei Verwandlung des Olivins $\dot{Mg}^3\,\dddot{Si}$ in Serpentin $\dot{Mg}^9\,\dddot{Si}^4\,\dot{\bar{H}}^6$, und doch kann diese Veränderung nicht mehr geläugnet werden, denn wie sollte ein so normal amorpher Körper, wie Serpentin, die Fähigkeit zum Krystallisiren erlangt haben. Bei Vergleichung der Formeln sieht man leicht, daß 4 Atome Olivin = $\dot{Mg}^{12}\,\dddot{S}^4$ zu Serpentin werden können, wenn dazu 6 $\dot{\bar{H}}$ treten, und 3 $\dot{Mg}$ ausgeschieden werden, die als $\dot{Mg}\,\ddot{C}$ sich zwischen den Afterkrystallen abgesetzt haben. Wasserdämpfe reichen also zur Verwandlung hin, aber trotz der Einfachheit ist dieser Weg wohl nicht eher bewiesen, als bis Versuche ihn nachgeahmt haben werden. Die kieselsaure Magnesia spielt überhaupt eine große Rolle bei der Afterbildung. Da sie unter den alkalischen Erden die am schwersten lösliche ist, so wurde sie überall fallen gelassen, wo die Wasser andere Stoffe aufzunehmen die Gelegenheit hatten. Bei Göpfersgrün ist selbst der Quarz verschwunden, und Speckstein an die Stelle der deutlichen Krystalle getreten. Noch auffälliger als alles dieses ist jedoch in vielen Fällen

Die mechanische Ausfüllung. Der aus Hornstein bestehende Haytorit kommt in einer Schönheit und Größe vor, die Verwunderung erregt, seine Form ist die des Dataliths, und da auf denselben Gängen zugleich Kalkspath und andere Minerale in Hornstein verändert sind, so kann man hier kaum an einen chemischen Proceß mehr denken. Auch auf sächsischen Gängen kommen zuweilen glattflächige Kalkspathafterkrystalle unter einer rauhen Kruste vor, unter der erst der Glanz der Fläche eintritt. Hier wurde offenbar durch Umhüllung des ursprünglichen Kry-

stalles eine Form gebildet, welche die später folgende Kieselsubstanz mechanisch ausfüllte. In ähnlicher Weise füllt bei Ilmenau das Graumanganerz Mn, oder im Uebergangskalk von Sundwig Quarz und Rotheisenstein die Formen von Dreikantnern des Kalkspaths. Am letztern Orte kann man die Formen, welche ausgefüllt wurden, noch abheben. Fremdartige Ueberzüge auf Krystallen sind auf Gängen eine so gewöhnliche Erscheinung, daß auf diese Weise Matrizen von den verschiedensten Krystallformen erzeugt werden konnten, man hat sie sogar Umhüllungspseudomorphosen genannt, was nicht passend ist. Sind es dünne Hüllen, so zeigen sie freilich die Form des unterstützenden Krystalls, wie z. B. kleine Braunspathrhomboeder häufig die Oberfläche großer Dreikantner von Kalkspath decken. Mannigmal scheint die Hülle auch Folge der Zersetzung zu sein, wie z. B. die Kupferkiesschicht über dem Fahlerz von Zellerfeld angesehen werden könnte; das sind aber Ausnahmen. Uebrigens kann man häufig in Verlegenheit kommen, ob man eine Bildung als mechanische oder chemische Ausfüllung ansehen soll. Könnte man die Zinnsteinkörner in den Feldspathen von Cornwall nicht gar zu sicher von dem beigemischten Quarz unterscheiden, zwischen welchen das Erz eindrang, so würde man hier eine Vermischung beider Gesetze vermuthen. Andererseits muß man wieder die Sicherheit bewundern, mit welcher Formen selbst der löslichsten Substanzen sich ausfüllten. Einzig in dieser Art ist der sogenannte krystallisirte Sandstein auf der Unterseite der Sandsteinplatten und Steinmergel des Keuper, jene bekannten Würfel mit ihren eingedrückten Seiten sind ohne Zweifel Steinsalz gewesen, aber wie konnte in einem Schlamme die Ausfüllung mit solcher Bestimmtheit vollendet werden?

Eintheilung.

Leider hat man sich über die Eintheilung der Minerale noch weniger vereinigen können, als über die der Pflanzen und Thiere. Das System hat hier aber auch geringere Bedeutung. Die ältern Mineralogen gruppirten mehr nach äußern Kennzeichen, und dieses Princip werden wir wohl nicht aufgeben können, wenn die Mineralogie mehr sein soll, als eine bloße Domaine der Chemie. Den Umfang betreffend, so rechnete Mohs zum Mineralreich alles, was nicht Pflanzen und Thiere ist, namentlich also die Luft und Gase. Doch was kann der Mineraloge weiter darüber sagen, als was der Physiker und Chemiker lehrt, zumal da man sie nicht sieht. Werner schloß sogar auch das Wasser aus. Dann bliebe also weiter nichts als der feste Theil der Erde über. Darin sind vor allen die eigentlichen Steine von den figurirten Steinen (Petrefakten) zu trennen, welch letztere in der Petrefaktenkunde (siehe mein Handbuch der Petrefaktenkunde. Tübingen 1852) abgehandelt werden. Die alte Klasse der Inflammabilien (brennlichen Fossilien), wenn man davon den ächt mineralischen Schwefel abzieht, ist eigentlich auch ein Fremdling, denn Kohle, Harze, Oele sind Produkte des Pflanzen- und Thierreichs. Man kann sie sich höchstens als unwichtigen Anhang gefallen lassen. Das Uebrige bilden dann die Gebirgsarten und Mineralspecies: erstere handelt die Petrographie, letztere die Mineralogie ab. Freilich kommt

man dabei oft in den Fall des Zweifels, was man Felsen, was Mineral nennen soll, doch sei dabei nicht so engherzig, was thut's, wenn du etwas beiläufig beschreibst, das streng genommen nicht hingehört. Das ächte Mineral soll eine chemische Verbindung sein, die in allen ihren Punkten gleichartig ist. Die Gleichartigkeit gibt sich am sichersten durch den Krystall kund, und daher bilden die Krystalle den hauptsächlichen Gegenstand. Freilich kommen neben den Krystallen auch fasrige und dichte Massen von solcher Gleichartigkeit vor, daß man nicht umhin kann, sie als Species aufzuführen, doch leidet hier die Sicherheit der Bestimmung nicht selten, und ohne chemische Hilfe kommt man dann nicht zum Ziele des unterscheidenden Erkennens.

Bei der Eintheilung darf vor allem auch das Pädagogische nicht aus den Augen gelassen werden, denn das System soll uns hauptsächlich in die Sache auf dem besten Wege einführen. Wenn man daher mit dem Unwichtigsten unter allen, mit den Gasen oder mit dem Wasser anfängt, so scheint mir das sehr unpädagogisch. Da machte es Werner besser, er stellte gleich den König der Edelsteine, den Diamant, an die Spitze.

Werner

schied überhaupt vier Klassen:

I. Erdige Fossilien. 1) Demant. 2) Zirkon. 3) Kieselgeschlecht. Hierunter handelt er die wichtigsten Silicate, wie Augit, Granat, Spinell, Korund, Beril, Pistazit, Quarz, Zeolith, Feldspath ꝛc. ab. 4) Thon. 5) Talk. 6) Kalkgeschlecht, worunter Kalkspath, Apatit, Flus, Gips, Barazit ꝛc. begriffen wird. 7) Barit. 8) Stronthian. 9) Kryolith.

II. Salzige Fossilien, begreift nur Soda, Salpeter, Steinsalz, Salmiak, Vitriol, Glaubersalz, Bittersalz.

III. Brennliche Fossilien. Schwefel, Erdöl, Kohlen, Graphit, Bernstein.

IV. Metallische Fossilien, werden nach ihrem Metallgehalt klassificirt. 1) Platin. 2) Gold. 3) Quecksilber. 4) Silber. 5) Kupfer. 6) Eisen. 7) Blei. 8) Zinn. 9) Wismuth. 10) Zink. 11) Spiesglas. 12) Silvan. 13) Mangan. 14) Nickel. 15) Kobold. 16) Arsenik. 17) Molybdän. 18) Scheel. 19) Menak. 20) Uran. 21) Chrom. 22) Cerin. Auch

Hauy

hat in seinem Lehrbuche der Mineralogie, übersetzt von Karsten und Weiß 1804, im Wesentlichen dasselbe System mit 4 Klassen.

I. Säurehaltige Körper. 1) Kalk, und zwar wird mit dem Kalkspath begonnen, welcher Hauy mitten in sein System führt. 2) Baryt. 3) Strontianit ꝛc.

II. Erdartige Fossilien: Quarz, Zirkon, Telesin, Cymophan ꝛc.

III. Metallische brennbare Körper: Schwefel, Diamant, Bitumen, Kohle, Bernstein, Honigstein.

IV. Metallische Substanzen, ähnlich wie bei Werner nach den Metallen zusammengestellt.

Den Systemen dieser beiden Meister schließt sich das von

Weiß

am engsten an, Karsten's Archiv für Min. Geogn. Bergb. u. Hüttenk. 1829, Bd. I. pag. 5. Es werden 7 Ordnungen unterschieden.

1) Oxydische Steine oder Silicate, denn hier spielt die Kieselerde die Hauptrolle. Sie gehören unbedingt an die Spitze des Reiches, nicht blos weil sie auf der Erde die wichtigste Rolle spielen, sondern weil sie sich auch am meisten von den chemischen Kunstprodukten entfernen, und der Nachahmung die größte Schwierigkeit in den Weg legen. Obenan der Quarz, die reine Kieselerde, denn durch kein anderes kann uns der Begriff eines Minerals deutlicher vorgeführt werden, als durch diesen. Feldspath, Glimmer, Hornblende führen uns sogleich zu den wichtigsten Felsgesteinen, während Granat den Uebergang zu den Edelsteinen vermittelt.

2) Salinische Steine und

3) Salinische Erze umfassen beide sämmtliche Basen mit Säuren, welche nicht Kieselsäuren sind. Erz (Metallbasis) und Stein (Erdbasis) kann wegen des Isomorphismus nicht gut auseinander gehalten werden, daher muß man in vielen Fällen beide mit einander vermischen. Am Ende finden das Wasser und die künstlichen Salze ihren besten Platz.

4) Gediegene Metalle sind die einzigen einfachen Stoffe, welche in der Natur vorkommen.

5) Oxydische Erze begreifen Metalle mit Sauerstoff und Wasser, ohne eine Säure.

6) Geschwefelte Metalle haben statt des Sauerstoffs Schwefel, es sind also Verbindungen von Sulphosäuren mit Sulphobasen. Statt des Schwefels kann aber auch Selen, Antimon, Tellur auftreten.

7) Inflammabilien. Es ist gut, hierin nur das zusammenzustellen, was entschieden organischen Ursprungs ist. Namentlich scheide ich den Schwefel und Diamant davon. In dieser Weise bilden sie eine sehr natürliche Ordnung, die aber mehr der Geognosie als der Mineralogie angehört.

Im Ganzen kommen alle naturhistorischen Systeme wenigstens in vielen Gliedern immer wieder auf diese Eintheilung zurück. Denn Einzelnes ist darin zu natürlich, als daß davon abgewichen werden könnte. Wo aber abgewichen wird, da trifft es meist gleichgültige Sachen. Am wenigsten zu billigen sind diejenigen Anordnungen, worin durch eine Menge neugeschaffener Worte das Gedächtniß beschwert wird.

Von rein chemischen Systemen sind die von Berzelius am bewährtesten. Sein erstes wurde 1816 durch Schweigger's Journal XV. 427 in Deutschland bekannt. Es ist nach dem elektropositiven Bestandtheile in zwei sehr ungleiche Klassen geordnet. 1ste Klasse enthält sämmtliche Mineralien, 2te Klasse die Inflammabilien nebst den Ammoniaksalzen. Das System beginnt:

A. Sauerstoff.

B. Brennbare Körper.

1ste Ordnung. Metalloide: Schwefel und seine Verbindungen mit Sauerstoff; .... Kohlenstoff und Kohlensäure 2c.

2te Ordnung. Elektronegative Metalle: Arsenik nebst Oxyden und Sulphureten; .... Antimon, Rutil .....

3te Ordnung. Elektropositive Metalle: Iridium, Platin, Gold nebst seinen Tellureten ... Silber nebst Sulphureten, Antimonieten 2c.
Blei: Sulphurete, Tellurete, Oxyde 2c.
Alumium: Sulphate, Silicate, Hydrate.....
Magnesium: Sulphate, Carbonate, Borate, Silicate...
Calcium: Sulphate, Phosphate, Fluate, Carbonate,... Silicate.
Zuletzt Kalium mit Sulphaten, Nitraten und Silicaten.

Berzelius fühlte bald, daß durch den Isomorphismus der Basen sich doch trotz der scheinbar großen Consequenz ein sehr unangenehmer Spielraum der Stellung ergab. Er fügt daher gleich den Vorschlag zu folgendem andern bei, welches nach der elektronegativen Substanz eintheilt:

1ste Ordnung. Nichtoxydirte Körper:
1) Gediegene; 2) Sulphureta; 3) Arsenieta; 4) Stibieta; 5) Tellureta; 6) Osmieta; 7) Aureta; 8) Hydrargyreta.

2te Ordnung. Oxydirte Körper:
1) Oxyde mit oder ohne Wasser, a) Säuren, b) Basen; 2) Sulphate; 3) Nitrate; 4) Muriate und Muriocarbonate; 5) Phosphate; 6) Fluate und Fluosilicate; 7) Borate und Borosilicate; 8) Carbonate; 9) Arseniate; 10) Molybdate; 11) Chromate; 12) Wolframiate; 13) Tantalate; 14) Titanate; 15) Silicate; 16) Aluminate.

Die Sache wurde später in Poggendorfs Annalen 1828. XII. 1 weiter ausgeführt, und neuerlich ist Rammelsberg (Pogg. Ann. 1847. 71. 477) wieder darauf zurückgekommen. Dennoch hat es bei den Mineralogen von Fach keine Wurzel schlagen können, weil die äußern Aehnlichkeiten doch zu wenig hervortreten.

Eben so wenig ist eine Eintheilung nach der bloßen Form naturgemäß, so angenehm sie für die Uebersicht der Krystalle auch sein mag. G. Rose, das krystallochemische Mineralsystem, Leipzig 1852, sucht zwar beides zu verbinden, aber doch nur so weit, als der Isomorphismus zur Zusammenstellung nöthigt. Im Ganzen stimmt dessen Anlage mit dem zweiten System von Berzelius überein:

I. Einfache Körper, 30 Nummern.
II. Schwefel-, Selen-, Tellur-, Arsenik-, Antimon-Verbindungen, die in 51 Binäre und 36 Doppeltbinäre gruppirt werden.
III. Chlor-, Fluor-, Jod- und Brom-Verbindungen, 13 Nummern.
IV. Sauerstoffverbindungen, diese zerfallen nun zwar in 26 Binäre und Doppeltbinäre, allein für letztere bleiben mehr als 400 Nummern, also mehr als $2\frac{1}{2}$fach aller übrigen. Das ist eine große Ungleichheit. Aber noch ungleicher ist die Eintheilung von

M o h s

I. K l a s s e: Gase, Wasser, Säuren, Salze (Soda, Glaubersalz, Salpeter, Steinsalz, Vitriol 2c.).
II. K l a s s e: H a l o i d e (Gyps, Kryolith, Flußspath, Kalkspath); B a r y t e (Spatheisen, Schwerspath, Weißbleierz 2c.); K e r a t e (Horn-

erz); M a l a c h i t e; G l i m m e r (Kupferglimmer, Vivianit, Graphit, Talk, Glimmer); S p a t h e (Schillerspath, Cyanit, Spodumen, Zeolithe, Feldspath, Augit, Lasurstein); G e m m e n (Andalusit, Corund, Demant, Topas, Smaragd, Quarz, Borazit, Granat, Gadolinit); E r z e (Titanit, Rothkupfererz, Zinnstein, Magneteisen, Brauneisenstein, Manganerze); M e t a l l e; K i e s e; G l a n z e (Glaserz, Bleiglanz); B l e n d e n (Blenden, Rothgülden); S c h w e f e l.

III. K l a s s e: Harze, Kohlen.

Im Ganzen gehen die Systeme nicht so weit auseinander, daß nicht eine Vereinigung aller auf eines in endlicher Aussicht stände. Das wird aber nicht eher geschehen, bis irgend eines bei weitem die größte Anhängerzahl gefunden haben wird. Freilich können dazu nur innere Gründe führen. Allein wenn man einmal erkannt hat, daß in der Anordnung allein nicht das Wesen beruht, so wird man gern dem Vortheil nicht entgegen sein, welchen es gewähren muß, wenn alle Lehrer und Lehrbücher den gleichen Gang befolgen. Möge das bald kommen.

Erste Klasse.

Silicate oder eigentliche Steine.

Die Verbindungen mit Kieselerde spielen unbedingt auf der Erdoberfläche die erste Rolle, daher kann man mit keinem Minerale wohl passender anfangen, als mit der Kieselerde selbst (Quarz). Auf zweiter Linie steht die Thonerde $\dddot{\overline{Al}}$, isomorph mit $\dddot{\overline{Fe}}$, $\dddot{\overline{Mn}}$, $\dddot{\overline{Cr}}$. Im Feuer bildet diese gegen $\dddot{Si}$ immer die Base, wenn es aber an Kieselerde fehlt, so mag sie auch wohl die Rolle der Säure übernehmen. Auf dritter Linie folgen: $\dot{Ka}$, $\dot{Na}$, $\dot{Li}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Ca}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$ 2c., die nur als Basen erscheinen. Alle diese Stoffe verbinden sich mit der Kieselerde in so mannigfaltigen Verhältnissen, daß letztere darin alle anorganischen Säuren weit übertrifft (Rammelsberg Pogg. Ann. 72. 95), und da es bis jetzt von den wenigsten gelungen ist, die Bedingungen ihrer Erzeugung künstlich herbeizuführen, so entfernen sie sich von den gewöhnlichen Chemikalien am weitesten, und mahnen uns mehr an organische Produkte, welche gleichfalls chemische Kunst nicht wachsen lassen kann. Auch das haben sie mit dem organischen Körper gemein, daß nur wenige Stoffe zur wunderbaren Mannigfaltigkeit ihrer Krystalle beitrugen.

Die Kieselerde kennt man in zwei Modificationen: die eine ist im Wasser und in Säuren unlöslich, nur Flußsäure wirkt kräftig darauf ein. Diese findet sich in der Natur bei weitem am häufigsten; die lösliche Modification läßt sich in Quellen, Flüssen und Meeren nachweisen: die Geyserquelle auf Island hat $\frac{1}{1850}$, das Meer 3 Hunderttausendtel, der Rhein ein 4 Hunderttausendtel. Heißes Wasser löst mehr als kaltes, und die Gegenwart von Säuren und Alkalien befördert ihre Lösung. Die Zeolithe enthalten sie im festen Zustande. Merkwürdiger Weise kann sie aber leicht durch Glühen in die unlösliche Modification übergeführt werden. Da nun die $\dddot{Si}$ auf nassem Wege nur die Rolle einer schwachen Säure spielt, auf trockenem dagegen alle übrigen Säuren austreibt, so hat man wohl Grund zu vermuthen, daß die Masse der Silicate unserer Erdrinde dem Feuer ihren Ursprung verdanken, also primär seien, während die secundären Erzeugnisse dagegen sehr zurücktreten. So feuerbeständig aber auch die Kieselerde sein mag, so verflüchtigt sie sich doch, ähnlich der Borsäure, mit heißen Wasserdämpfen, das beweist der Versuch von Jeffreys deutlich: Derselbe ließ durch einen Fayence-Ofen, dessen Glut die des schmelzenden Gußeisen übersteigt, Wasserdämpfe in größerer Menge streichen, und wo diese

aus dem Ofen heraustraten, setzten sich mehrere Pfunde Kieselerde in Gestalt von Schnee ab. Bei Hüttenprozessen, z. B. wenn die Hochöfen ausgeblasen werden, kommt nicht selten ein ähnliches Kieselmehl in größerer Menge vor (Pogg. Ann. 85. 462), das auf diese Weise seine genügende Erklärung findet. Kocht man die unlösliche Modification mit kohlensauren Alkalien, so geht sie allmählig in die lösliche über, ohne daß sie Kohlensäure austreibt. Daraus läßt sich dann leicht einsehen, daß bei Verwitterungsprozessen die Tagewasser, wenn sie in langer Berührung mit der unlöslichen Modification sind, dieselbe in die lösliche umsetzen und aufnehmen können. Die Natur zeigt sich hier nachgiebiger, als man nach unsern künstlichen Gesetzen erwarten sollte.

Von den natürlichen Silicaten ist keines in Wasser löslich, nur künstliche mit viel Alkali lösen sich. Dagegen kann man mehrere in Salzsäure aufschließen, das geht um so leichter, je feiner man sie pulverisirt. Die Kieselerde scheidet sich dabei aus, oder ist doch nur in sehr vielem Wasser löslich, während die Basen als Chlormetalle gelöst bleiben. Oft kann man auch anderer Säuren mit Vortheil sich bedienen. Läßt sich auf diese Weise nur ein Theil lösen, so muß man den Rückstand wie die unlöslichen behandeln. Zu dem Ende schmilzt man das Pulver mit dem 3fachen $\dot{K}\ddot{C}$ (oder $\dot{N}\ddot{C}$, $\dot{B}a\ddot{C}$ ꝛc.) zusammen, es entweicht dann $\ddot{C}$, das zurückbleibende Glas läßt sich wegen des stärkern basischen Gehalts mit Säure aufschließen. Für Aluminate ohne Kieselerde führt ein Zusammenschmelzen mit $\dot{K}\ddot{S}^2$ zum Zweck; Zirkon und Cyanit können durch Kalihydrat im Silbertiegel aufgeschlossen werden. Um die Basen zu bestimmen, bedient man sich mit Vortheil der Flußsäure, aus Flußspath dargestellt. Beim Zusatz von Schwefelsäure verflüchtigt sich dann der größte Theil der Kieselerde als Fluorkiesel $Si\,Fl^3$.

Mit Hr. Prof. Weiß unterschieden wir folgende zehn zum Theil sehr natürliche Familien: 1) Quarz; 2) Feldspath; 3) Glimmer; 4) Hornblende; 5) Granat; 6) Edelsteine; 7) Zeolith; 8) Skapolithe; 9) Haloidsteine; 10) Metallsteine.

I. Quarze.

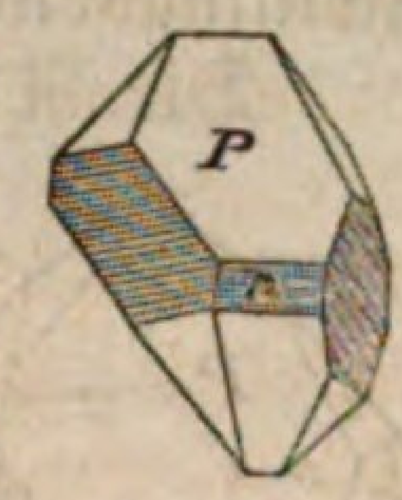
Das Wort Quarz (Querz, vielleicht aus Gewarz?) kommt bei Griechen und Römern nicht vor, es ist ein bergmännischer Ausdruck des Mittelalters (Agricola Bermannus pag. 695 u. 701), womit der gemeine Quarz auf den Erzgängen bezeichnet wurde. Gegenwärtig nimmt man das Wort im weitern Sinn, und begreift darunter Krystalle, Chalcedone und Opale. Dann kann ihnen aber an Mannigfaltigkeit kein zweites zur Seite gesetzt werden, welches so viel Licht über das Wesen eines Minerals verbreitete. In sofern wird man vergeblich nach einem bessern Ausgangspunkte des Systems suchen.

Krystallsystem 3 + 1axig mit entschiedener Neigung zum diheraedrischen. Das Diheraeder $P = a : a : \infty a : c$ hat $133^0\ 44'$ Endk. und $103^0\ 34'$ Seitenkanten, gibt

$$a = 0{,}9089 = \sqrt{0{,}8262},\ \lg a = 9{,}95853.$$

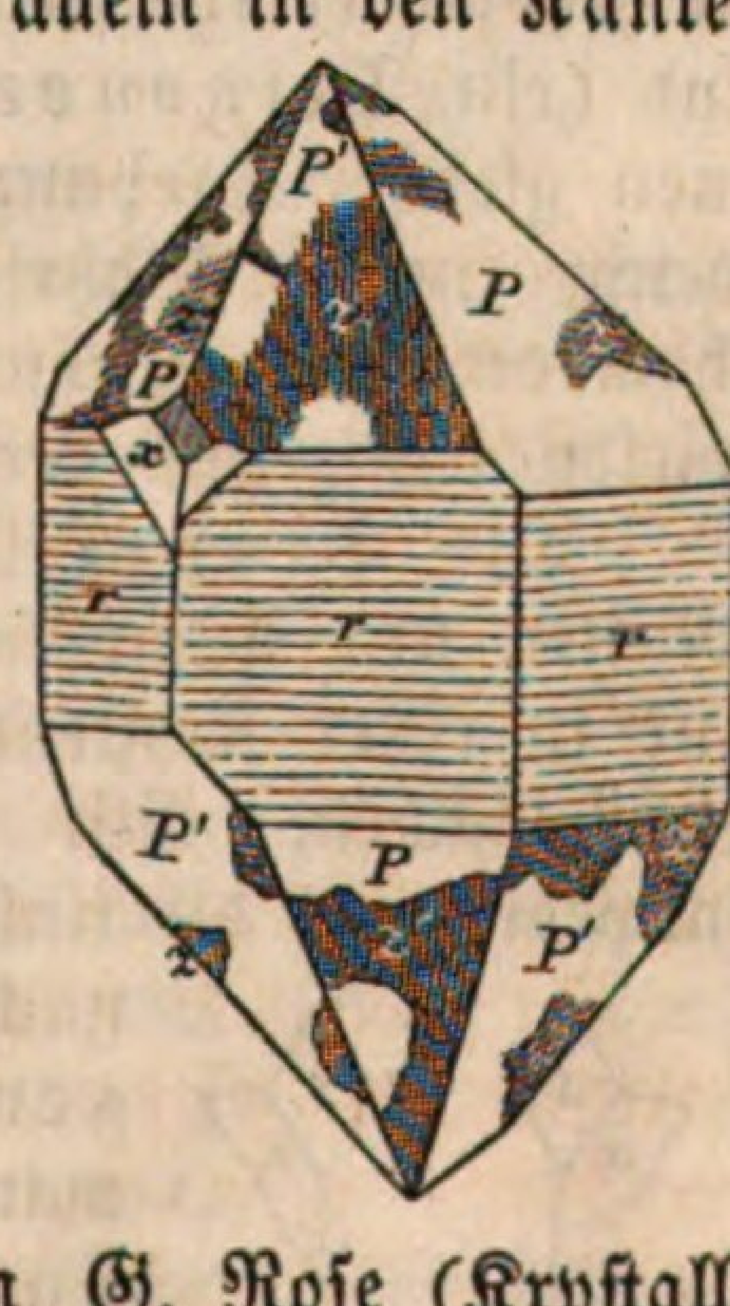
Der ebene Winkel an der Spitze der gleichschenklichen Dreiecke 78^0. Die

Flächen meist sehr verzogen und mit allerlei unregelmäßigen Zeichnungen versehen, ihr Blätterbruch sehr versteckt und kaum bemerkbar. Dazu gesellt sich beständig die erste reguläre sechsseitige Säule r = a : a : ∞a : ∞c, welche sich an ihrer Querstreifung parallel der Axe a stets leicht erkennen läßt. Diese Streifen stehen immer senkrecht gegen r/r, der Richtung der Axe c. Auch diesen Säulenflächen entspricht kein sonderlich wahrnehmbarer Blätterbruch.



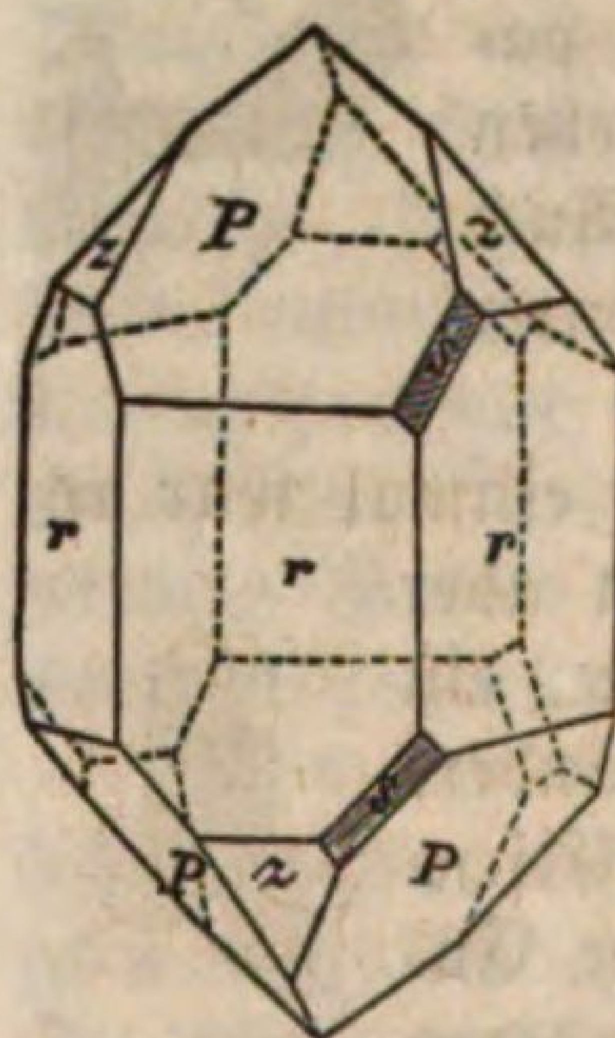
Hauy nahm das Diheraeder als Dirhomboeder: einmal war es ihm für seine Decrescenzen bequemer; dann findet man aber auch z. B. bei den sogenannten Scepterquarzen von Ungarn ein Rhomboeder (mit 94° 15′ in den Endkanten) gegen das andere vorherrschend. Beistehende kleine gelbe Bergkrystalle im Eisenglanz von Elba zeigen auf der Säule nur rhomboedrische Endigung, ja in der Dauphiné kommen sogar Diheraeder vor, deren abwechselnde Flächen mit einiger Bestimmtheit matt und glänzend erscheinen. Da nun auch die Klangfiguren von Savart auf einen Unterschied beider Rhomboeder hinweisen, so verdient die Sache nicht aus den Augen gelassen zu werden, wollte man auch auf Hauys Behauptung, daß das Rhomboeder P blättriger sei, als das Gegenrhomboeder z, bei der Undeutlichkeit seiner Blätterbrüche überhaupt kein sonderliches Gewicht legen. Aber auch die Zwillinge sprechen für Rhomboeder. Schon Hr. Prof. Weiß machte 1816 (Magazin Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin VII. 164) auf merkwürdige Durchkreuzungszwillinge aus den Mandelsteinen der Faröerniseln aufmerksam, woran die Flächen des Hauptrhomboeders P von den Ecken eines andern durchbrochen werden: es haben beide Krystalle die Säulen gemein, und ihre Rhomboeder sind um 60° gegen einander im Azimuth verdreht. Dieses Gesetz fand eine erfreuliche Bestätigung durch die Dauphinéer Zwillinge (Haidinger in Brewster's Journal of science 1824. Vol. I. pag. 322), welche in ihrer Art zu den merkwürdigsten krystallographischen Erscheinungen gehören, die wir kennen. Sie finden sich gern mit Epidot. Es sind Diheraeder mit Säulen, auf den Diheraederflächen findet man aber sehr ausgezeichnete matte Platten, welche mit glänzenden zwar sehr unregelmäßig abwechseln, allein in den Kanten entspricht ohne Ausnahme der matten Stelle einerseits eine glänzende andererseits. Bei dieser großen Gesetzmäßigkeit kann man die Sache kaum anders als durch Zwilling erklären: denke man sich ein Diheraeder mit drei glänzenden Flächen P und drei matten z, aber beliebig durchlöchert; in die Löcher lege sich nun ein zweites Individuum P′ und z′ doch so hinein, daß dieses seine matte Fläche z′ habe, wo jenes seine glänzende P hatte, so ist das das gewöhnliche Weißische Zwillingsgesetz. Einmal aufmerksam gemacht fanden sich die Zwillinge obgleich undeutlicher auch andern Orts, namentlich zahlreich in einem Quarzgange des Granits von Järischau bei Striegau im Riesengebirge. Hierauf fußend glaubt nun G. Rose (Krystallsystem des Quarzes Abh. Berl. Akad. der Wissensch. 1844) das unregel-

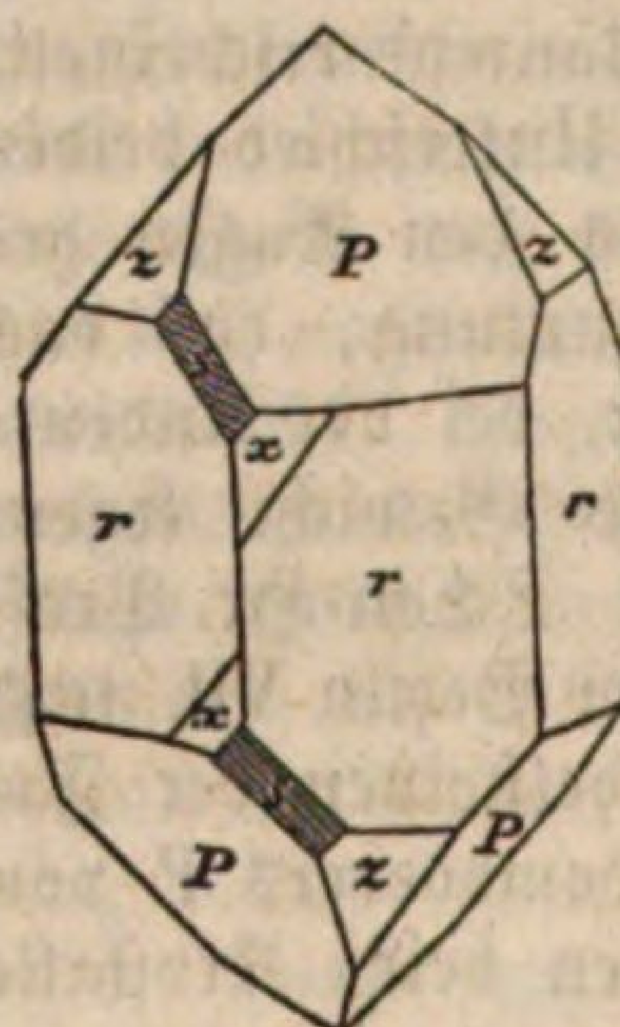




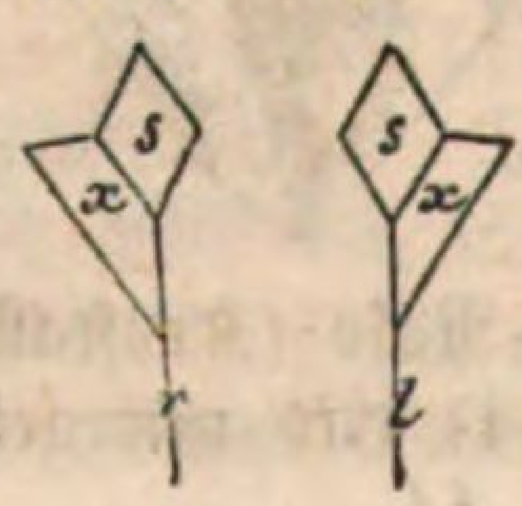
mäßige Auftreten der Rhomben- und Trapezflächen durch allgemeine Zwillingsbildung erklären zu können.

Die Rhombenflächen s = a : ½a : a : c liegen in zwei abwechselnden Endkantenzonen des Diheraeders, stumpfen also die Kanten zwischen der Säule und dem Diheraeder ab. Häufig zeigen dieselben eine Streifung, und diese soll nach G. Rose nur der Kante P/r, und niemals der z/r parallel gehen, was freilich sicher zu beweisen bis jetzt nicht möglich ist. In der Dauphiné finden sich öfter Exemplare, wovon die s abwechselnde Ecken von rr Pz abstumpfen, also wirkliche Rhomboeder bilden, darnach müßte man sie für rhomboedrische Ordnung halten. Allein unter den klaren ringsum ausgebildeten aus dem Marmaroscher Komitat in Oberungarn, besonders aber unter den noch schönern aus dem Uebergangskalk von New-York trifft man einzelne Exemplare, wo die Rhombenfläche an den beiden Enden der abwechselnden Säulenkanten sich wiederholt, wie in beistehenden Figuren. Dieses nimmt nun Rose als Normalfall. Wenn die Streifen der Rhombenflächen beobachtbar sind, so kann man sogar rechte und linke unterscheiden: die s der rechten sind von oben rechts nach links unten (wie beistehende Figur) und die der linken von oben links nach rechts unten gestreift (wie die vorhergehende Figur). Alle Exemplare, wo die Rhombenflächen nicht in dieser Ordnung folgen, hält Rose für Zwillinge, worüber dann freilich in den meisten Fällen der Beweis nicht geführt werden kann, und zwar verwachsen immer nur zwei rechte, oder zwei linke mit einander, wie aus der Streifung der Rhombenfläche folgt. Denn wenn das eine Zwillingsindividuum seine abgestumpfte Ecke hinlegt, wo das andere die nicht abgestumpfte hat, so können bei Verschiedenheit der Ausdehnung möglicher Weise alle Ecken, einige oder auch keine abgestumpft erscheinen. Auffallend ist bei dieser Annahme, daß die Rhomboederhälften s oben und unten um 60° gegen einander verdreht sind (ein Trigonoeder bilden), und daß beim Zwilling zwei Individuen gleicher Drehung sich durchdringen sollen. Das hat von vornherein wenig innere Wahrscheinlichkeit. Uebrigens könnte man die s auch in rhomboedrischer Ordnung nehmen, da es gleichfalls hierfür nicht an Beispielen fehlt, und der Zwilling die Erscheinung eben so gut erklären würde.



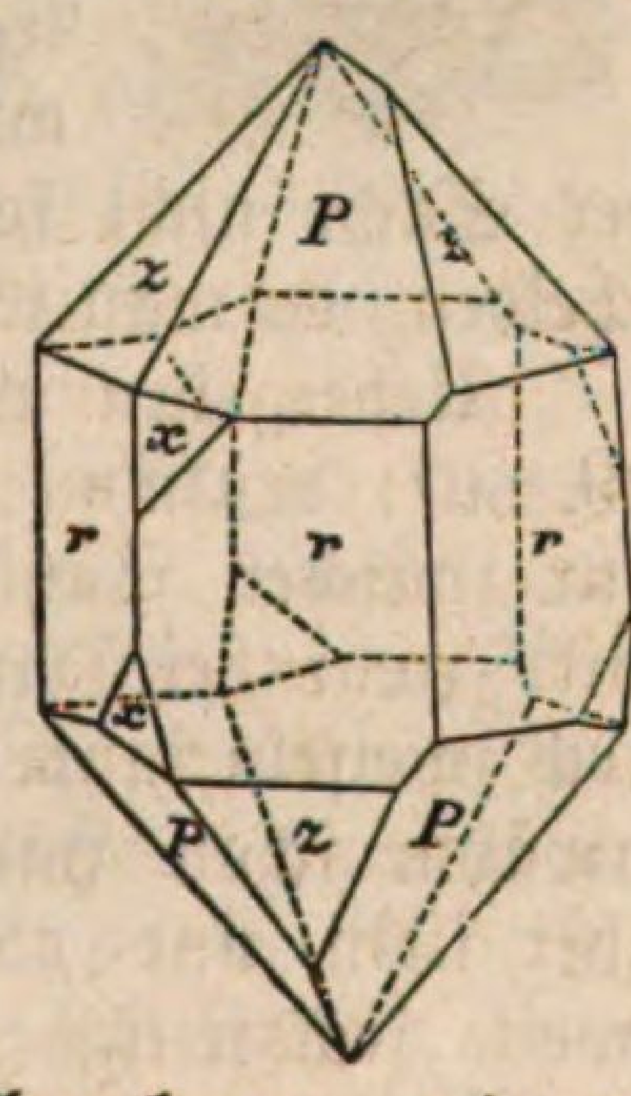


Die Trapezflächen x = a : ⅛a : ⅐a : c neigen sich stark zum Matten und stumpfen eine der untern Kanten zwischen s/r ab, liegen also nur in einer Kantenzone des Diheraeder, in welcher sie die Kante x/r = 168° machen. Mit wunderbarer Gesetzmäßigkeit stumpfen diese Flächen entweder nur die linke oder die rechte Rhombenflächenkante ab, und darnach zerfallen die Krystalle in rechts- (r) und links- gewundene (l) (Weiß): rechtsgewundene, wenn man von der Rhombenfläche oben rechts quer über die Kantenzone der Trapezfläche zur Säule gelangt, oder wenn der Beobachter sich in den Mittelpunkt des Krystalls

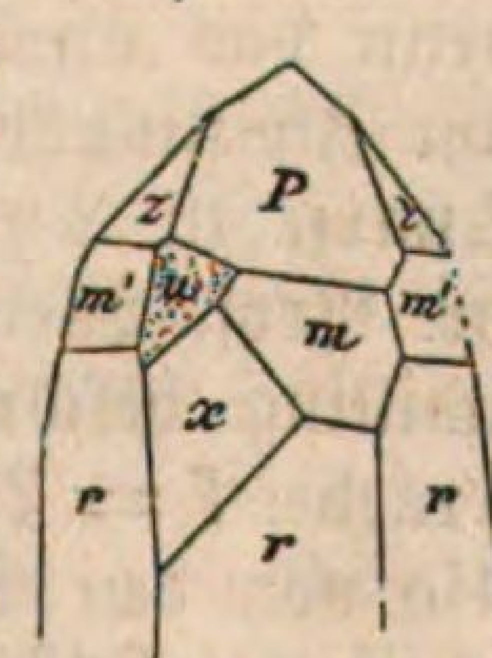


denkt und auf die Rhombenfläche sieht, so wird die Kante der rechten Seite abgestumpft. x kommt häufig ohne Rhombenfläche vor, und folgt auffallender Weise nicht der Streifung der Rhombenfläche. Darüber findet sich öfter eine zweite $u = a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a : c$ rauh punktirt und matter als x, die Säulenfläche r unten $161^0\ 31'$ schneidend, öfter auch selbstständig. Man hat sogar zwischen u und x noch eine schmale Abstumpfung $y = a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}a : c$, und zwischen x und der darunter folgenden Säulenfläche eine $v = a : \frac{1}{8}\ a : \frac{1}{7}a : c$ unterschieden. Von scharfer Bestimmung kann aber bei solchen Flächen wohl kaum noch die Rede sein. Zuweilen bemerkt man auch eine obere Trapezfläche, eine der obern Rhombenflächenkanten s/P abstumpfend, nämlich $t = a : \frac{3}{5}a : \frac{3}{2}a : c$. Es fehlt nun keineswegs an Krystallen, woran auch auf der andern Seite der Rhombenfläche (im Sinne der Streifung) Trapezflächen auftreten, allein diese haben meist einen andern Ausdruck, und sind gern parallel der Rhombenflächenkante gestreift, so führt Haidinger eine $o' = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$ an, es kommt eine $\omega' = a : \frac{3}{10}a : \frac{3}{7}a : c$, eine $u' = a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a : c$ vor, G. Rose bestimmte sogar $n' = a : \frac{1}{13}a : \frac{1}{12}a : c$ rc. Die gestrichelten Buchstaben liegen auf den Säulenflächen unter z, allein wenn die Streifungen der Rhombenflächen nicht deutlich sind, so kann man in der Orientirung sich leicht irren.

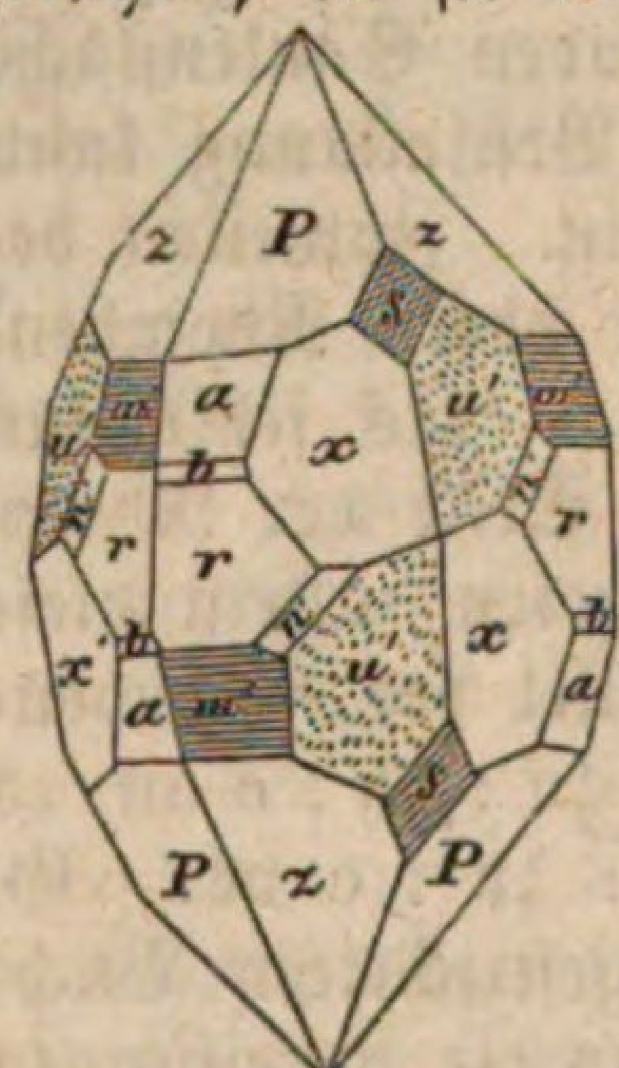
Das Zahlengesetz der Trapezflächen ist eben so schwierig als das der Rhombenflächen zu bestimmen. G. Rose glaubt auch hier wieder, wie bei den Rhombenflächen, nur drei an jedem Ende des einfachen Krystalls annehmen zu sollen, die an den Enden der abwechselnden Säulenkanten auftreten, und allerdings findet man z. B. bei den Rauchtopasen der Grimsel und des Chamounithales diese Anordnung in auffallender Weise bestätigt. Freilich kommen dann immer wieder Individuen vor, die dem Gesetze sich nicht fügen, die aber dann zur Erklärung doch wenigstens zwillingsartige Gränzen zeigen. Auch hier muß es auffallen, daß immer nur Individuen der gleichen Drehung mit einander verwachsen, selten kommen auch Krystalle mit linken und rechten Trapezflächen vor. Interessant ist in dieser Beziehung ein brasilianischer Amethyst, der unter den Flächen P einen vollständigen Dreiunddreikantner x hat, nur konnte G. Rose daran nicht die Spur einer Zwillingsgränze wahrnehmen, anderer schwierigen Einwürfe nicht zu gedenken.



Schärfere Dihexaeder kommen eine ganze Reihe vor, und an ihnen läßt sich die rhomboedrische Ordnung noch am ersten nachweisen, wiewohl auch hier wieder die geringe Deutlichkeit der Flächenausbildung sich hinderlich in den Weg stellt. Bei den Schweizern ist die Fläche $m = \frac{1}{3}a : \frac{1}{3}a : c : \infty a$ unterhalb P ziemlich glänzend, sie fällt mit der Trapezfläche y in eine Zone, unter z liegt dagegen eine m' mit feinen aber markirten Horizontalstreifen, sie soll $\frac{2}{7}a' : \frac{2}{7}a' : \infty a : c$ sein, mag daher, da sie sich wenig zu Messungen eignet, der m sehr nahe stehen, ist aber an ihrem physikalischen Aussehen oft ganz entschieden erkennbar. Freilich kommen dann wieder andere vor, wo



der Unterschied nicht in die Augen tritt, daher nahmen Hauy und viele Spätere es geradezu für Diheraeder. Manchmal gewinnen diese schärfern Flächen bedeutende Ausdehnung, dann kann ein förmliches Rhomboeder entstehen: wie am St. Gotthardt mehrere quergestreifte, von G. Rose als $\frac{1}{7}a' : \frac{1}{7}a' : \infty a : c$ und $\frac{1}{11}a' : \frac{1}{11}a' : \infty a : c$ bestimmte, gestrichelt, da sie immer unter z liegen. An den so komplicirten mit Sphen



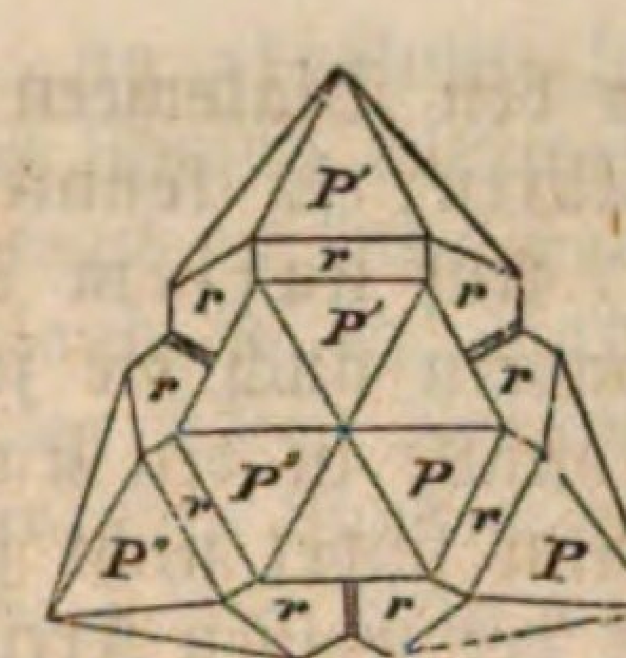
bei Dissentis vorkommenden Krystallen hat schon Haidinger $a = \frac{1}{4}a : \frac{1}{4}a : \infty a : c$ bestimmt, G. Rose noch $b = \frac{2}{11}a : \frac{2}{11}a : \infty a : c$. Es sollen ferner unter P $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a : \infty a$, $\frac{1}{8}a : \frac{1}{8}a : \infty a$, unter z $\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a$ an andern Orten vorkommen, so daß es an Menge nicht fehlt, obgleich es an Zonenverhältnissen mangelt. Daß diese Flächen alle rhomboedrisch auftreten, geht zuweilen aus den Zwillingen hervor. Denn man findet öfter die Rhomboederfläche plötzlich durch eine Gränze unterbrochen, über welche hinaus sie nicht fortgeht, was sich namentlich zwischen m und m' öfter ziemlich sicher entscheiden läßt. G. Rose geht



aber noch weiter: bei Schweizerkrystallen ist oft die dreifach schärfere m (oder wenigstens in ihrer Region) mit matten fein quergestreiften Flecken bedeckt, die durch ihr Aussehen an das von $m' = \frac{2}{7}a' : \frac{2}{7}a'$ lebhaft erinnern. Dies sollen daher Zwillinge sein, woran das eine Individuum seine m' in den Sextanten vom m des andern legt. Nur spricht die zu große Verbreitung dieser Streifen m', welche sich namentlich auch auf die Säule r erstrecken, der Sache nicht sonderlich das Wort, und Messungen können nicht entscheiden, da man wegen der vielen Streifen gar kein sicheres Bild bekommt.

Uebergehen wir die seltenen Flächen, welche Wackernagel (Pogg. Ann. 29. 507) bestimmt hat, so fällt es auf, daß alle Modificationen immer nur zwischen Säule und Diheraeder auftreten. Denn eine Gradendfläche wird zwar bei Dauphinéern angegeben, ist aber so matt, daß man daran noch zweifeln kann. Ein nächstes stumpferes Diheraeder $f = 2a : a : 2a : c$ erwähnt schon Hauy an den Amethysten der Achatkugeln von Oberstein, aber klein und als größte Seltenheit. So findet sich zuweilen auch die zweite sechsseitige Säule $a : \frac{1}{2}a : a : \infty a$, merkwürdiger Weise hemiedrisch im Marmor von Carrara. Ebenso hemiedrisch zeichnet Haidinger die 6 + 6kantige Säule $d = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : \infty a$.

Zwillinge. Am häufigsten die schon genannten Dauphinéer, und wenn das unvollzählige Auftreten der Rhomben- und Trapezflächen Folge von Zwillingsbildung wäre, so würde nur der geringste Theil der edlen Quarze zu den einfachen Krystallen gehören. Als große Seltenheit hat Hr. Prof. Weiß (Abh. Berl. Akad. 1829. 31) aus der Dauphiné einen Zwilling beschrieben, woran die Individuen das nächste stumpfere Diheraeder $f = 2a : a : 2a : c$ gemein hatten und umgekehrt lagen, es spiegelt also von den Säulenflächen r nur eine ein, und die Hauptaxen c mußten sich unter 84° 33' schneiden. Neuerlich wurde G. Rose (Pogg. Ann. 83. 461) durch eine unscheinbare Quarzdruse aus dem Serpentin von Reichenstein in Schlesien überrascht, worauf sich Vierlinge fanden, an welchen



die Dihexaederflächen PP, P′P′ und P″P″ einspiegelten, und zwar hatten sich in rhomboedrischer Ordnung drei Nebenindividuen an ein viertes Centralindividuum PP′P″ gelegt, außer der Spiegelung einer P würde noch eine Fläche der zweiten sechsseitigen Säule einspiegeln, wenn sie vorhanden wäre. Die Axen c müssen sich unter 103° 34′ schneiden.

Optisch einaxig, attraktiv + d. h. der ordentliche Strahl wird schwächer gebrochen als der außerordentliche, o = 1,5484 und e = 1,5582. Circularpolarisation pag. 108, nur ganz dünne Platten geben ein Kreuz, dickere blos farbige Platten, die bei der Drehung die Farben des Spectrums durchlaufen. Die Folge der Farbe bei einer Drehung der Platten im Azimuth (ob von Roth nach Violett oder umgekehrt von Violett nach Roth) hängt von der Lage der Trapezflächen ab, wie Herschel zuerst bemerkte. Die höchst seltenen Krystalle mit linken und rechten Trapezflächen derselben Art zeigen an einzelnen Stellen die Airyschen Spiralen (Dove Pogg. Ann. 40. 614), was den Beweis liefert, daß sie Zwillinge von links und rechts gedrehten Individuen sind. Die fortificationsartig gestreiften Quarze zeigen wie die Amethyste unregelmäßig concentrische Platten, welche abwechselnd zu den links und rechts drehenden gehören. Brewster Treatise on Optik pag. 286. Klare Bergkrystalle finden in der Optik mehrfache Anwendung.

Härte 7, Gew. 2,65, aber bei fremdartiger Beimischung darüber oder auch darunter gehend. Viele schöne Farben und besondere Klarheit zeichnen ihn aus. Reibt man Bergkrystalle leicht an einander, so geben sie in der Finsterniß leuchtende Funken. Gerieben zeigen sie Glaselektricität.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, allein im Knallgebläse kann man ihn leicht zu Tropfen schmelzen, die ins Wasser fallend nicht zerspringen, durchsichtig bleiben, dem Hammer großen Widerstand leisten, und ihre optischen Eigenschaften verlieren. Man hat sie zu mikroskopischen Linsen vorgeschlagen (Gaudin Compt. rend. 1839. 711). Mit Soda ($\dot{Na}\ddot{C}$) auf Kohle unter Brausen eine klare Glasperle, wenn man genug Quarz hinzusetzte ($\ddot{Ti}$ verhält sich zwar ähnlich, gibt aber eine unklare Perle). Setzt man nicht genug hinzu, so wird die Kohlensäure nicht vollständig ausgetrieben und die Perle deßhalb nicht klar. Kieselerde im Ueberschuß wird dagegen gelöst, falls man die Masse nur noch schmelzen kann. Das Glas ist in Wasser löslich, erst wenn man noch eine andere Basis $\dot{Ca}$, $\dot{Pb}$ ꝛc. hinzusetzt, wird es unlöslich. Von Phosphorsalz wird Kieselerde nicht angegriffen, diese schwimmt unverändert in der Phosphorsalzperle.

$$\ddot{Si} = 277\ Si + 300\ O = 48\ Si + 52\ O.$$

Bildung findet auf dreierlei Weise Statt: 1) auf organischem Wege. Die Asche von Fahnen der Vogelfedern besteht mehr als $\frac{1}{3}$ aus Kieselerde (Pogg. Ann. 70. 336), in den Seeschwämmen findet man oft große Mengen eigenthümlicher Kieselnadeln, die sich im Gebirge vortrefflich erhalten haben (Handbuch der Petrefaktenk. pag. 667). Unter den Pflanzen erzeugen besonders die Gräser Mengen, die sich in den Knoten einiger Bambusrohre in porösen krystallinischen Klumpen ansammeln (Tabasheer Poggendorf Ann. 13. 522). Besondere Bedeutung haben jedoch die kleinen Kieselpanzer, welche Ehrenberg zu den Thieren, Andere aber

zu den Diatomeen unter den Pflanzen stellen. Wenn diese Massen coaguliren, so könnten sie allerdings zu Kieselknollen Veranlassung geben. 2) Auf nassem Wege haben sich nicht blos Kieselmassen angehäuft, sondern auch die schönsten Krystalle gebildet: dafür liefern z. B. die Bergkrystalle in den Kammern von Ammoniten des Lias den schönsten Beweis. Man findet nicht selten Krystalle mitten im Knollen des Feuersteins, der in der weißen Kreide sein Lager hat, wo von Feuereinwirkung gewiß nicht die Rede sein kann. Da aber künstlich unsern Chemikern auf solche Art noch nicht die Bildung des kleinsten Krystalls gelungen ist, so zeigt sich auch hier die Natur wieder als Lehrmeisterin. Denn es ist mehr als wahrscheinlich, daß jene prachtvollen, zum Theil riesenhaften Krystalle auf den Spalten der Hochalpen ein Niederschlag aus wässriger Lösung sind. 3) Auf heißem Wege kann man zwar krystallinische Bildung nicht ganz läugnen, wie unter andern die Quarzpartikeln in den Graniten und Porphyren, wenn anders dieselben heiße Laven bildeten, nur Feuerprodukte sein können, indessen die Masse der Krystalle verdankt dem Feuer keineswegs ihr Dasein. Ohne Zweifel haben auch die Wasserdämpfe beim Absatz in Spalten der Vulkane eine Rolle gespielt, wie noch in unsern Hochöfen Kieselerde in mehlartigen Massen, oder in kleinen dendritischen Anflügen, aber nicht in größern Krystallen vorkommt. Vergleiche den schneeweißen, seidenglänzenden Eisenamianth (Pogg. Ann. 85. 462).

Die Verbreitung der Quarze von verschiedenstem Aussehen ist außerordentlich, namentlich im Urgebirge und den nachbarlichen Flözgebirgen. Da er unter den gewöhnlichen Gesteinen der härteste ist, und sich allen chemischen Zersetzungen auf das hartnäckigste widersetzt, so tritt er als Geschiebe, Kies und Sand nicht selten massenhaft in dem jüngern Gebirge auf. Seiner großen Härte wegen wird er als Reib- und Glättstein, Mühlstein, Poliermittel ꝛc. gesucht. Bei Schmelzprocessen bildet er mit $\dot{F}e$ und $\dot{C}a$ eine Schlacke, die leicht vom Metall abfließt. Porcellan und Steingut, Glas und Smalte hängen in ihrem Werth von der Beschaffenheit des Quarzes wesentlich ab, der Anwendung als Halbedelsteine nicht zu gedenken.

Fuchs (Pogg. Ann. 31. 577) theilt die Quarze chemisch in drei Theile: In Kalilauge unlösliche, dahin gehört der krystallisirte, nebstdem Hornstein und Kieselschiefer, man hat diese beiden auch wohl für versteckt krystallinisch (kryptokrystallinisch) gehalten, was übrigens wenig Wahrscheinlichkeit hat; in Kalilauge lösliche, das ist der Opal; endlich die Mischung aus löslicher und unlöslicher Kieselerde, Chalcedon, Feuerstein.

A. Krystallisirte Quarze.

Sie haben innerlich Glasglanz und einen glasartigen (muscheligen) Bruch, woran man sie auch verunreinigt leicht erkennt.

1. Bergkrystall, *κρύσταλλος*, Eis, Plinius hist. nat. 37. 9 gelu vehementiore concreto; non alibi certe reperitur quam ubi maxume hibernae nives rigent: *glaciemque esse certum* est.... laudata in Europae alpium jugis... E caelesti humore puraque nive id fieri necesse est; ideo caloris inpatiens, nisi in frigido potu abdicatur. Quare sexangulis

nascatur lateribus non facile ratio inveniri potest.... ita absolutus laterum laevor est ut nulla id arte possit aequari.... nos liquido adfirmare possumus in cautibus Alpium nasci adeo inviis plerumque ut fune pendentes eam extrahant.... (Scheuchzer Naturg. Schweizerland. III. 80. Saussure Alpenreise III. 167). Diese und andere merkwürdige Worte des Plinius beweisen deutlich, daß die Römer mit dem Alpinischen Vorkommen sehr bekannt waren, und großen Luxus damit trieben. Als Nero vom Verluste seiner Herrschaft hörte, zerbrach er im Zorn seine zwei Krystallbecher, „um sein Jahrhundert damit zu strafen, daß nicht ein anderer daraus trinken könnte." Die römischen Aerzte bedienten sich der Krystallkugeln nach Art der Brenngläser, um damit die Wunden auszubrennen. In den Alpen sind besonders zweierlei auszuzeichnen: wasserklare und schwarzbraune (sogenannter Rauchtopas, Morion Plin. 37. 63). Die gelben heißen schon beim Agricola (704) Citrin, sind aber nicht häufig (Cairngorm auf Arran), im Handel kommen sie zwar oft von schönster weingelber Farbe vor, doch mögen das meist gebrannte Amethyste sein.

Merkwürdig sind die häufigen Einschlüsse von Chlorit, Asbest, Rutil, Strahlsteine rc. Die grüne Farbe des letztern gleicht oft einem ins Eis eingeschlossenen Grase (Scheuchzer Naturg. Schweizerlandes III. 69), was die Alten in ihrer Vorstellung vom Eise sehr bestärken mußte; die von New-York enthalten sogar Stücke bituminöser Kohle.

Noch merkwürdiger als die festen sind die flüssigen und gasförmigen Einschlüsse. Die Flüssigkeit läßt sich gewöhnlich an einer Luftblase erkennen, welche sich beim Drehen des Krystalls hin und her bewegt, und besteht aus Wasser oder aus einer ölartigen Substanz, 15—20mal expansibeler als Wasser. Erwärmt man daher die Krystalle ein wenig, so kann die Blase verschwinden. Auf Madagaskar kommen Stücke vor, die auf einem Quadratzoll Fläche wohl an Tausend feiner Blasen zeigen, dieselben könnten den empyreumatischen Geruch erklären, welchen man beim Aneinanderreiben wahrnimmt (Dufrénoy Trait. Minér. II. 98).

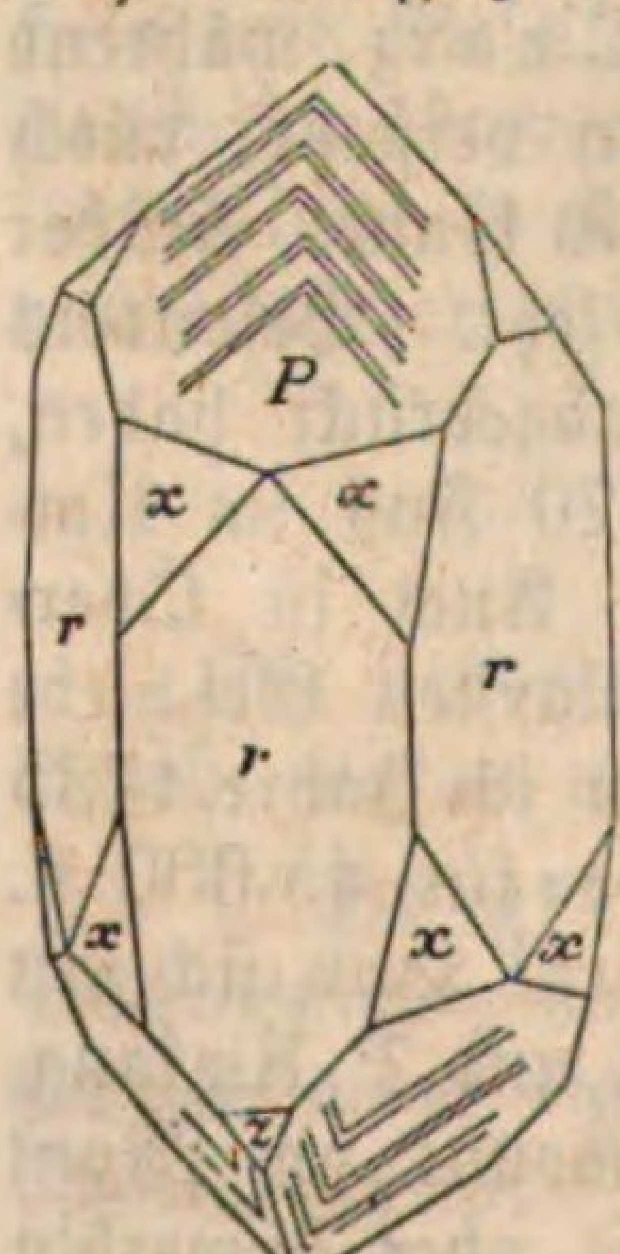
Die klaren werden zu Kronenleuchtern, Ringsteinen (Mayländer, Böhmische Steine), Brillengläsern rc. verschliffen, unter letztern im Handel vorkommenden sollen immer viel mehr links- als rechtsdrehende sein (Pogg. Ann. 40. 619). Jene mit eingeschlossenen grauen fasrigen Krystallen (Haarsteine) machen einen besonders schönen Effekt, und wenn auf den Sprüngen Regenbogenfarben vorkommen, so heißen sie irisirender Quarz, während Plinius 37. 52 unter dem Namen Iris Bergkrystallsäulen versteht, durch welche man wie durch ein Glasprisma ein Spectrum erzeugen könne. Früher stand der Bergkrystall in bedeutend höherem Werth als jetzt. Besonders sollen die Bergkrystalle von Madagaskar die Preise herabgedrückt haben, wo man im Gebirge Béfoure wasserhelle Blöcke von 20 Fuß im Umfange findet (Annales des voyages 1809. II. pag. 38)! Auch in Oberstein trifft man bei den Steinschleifern Fässer voll der klarsten Geschiebe aus Brasilien. Da klingt es heute ganz fabelhaft, wenn im Jahre 1735 ein „Krystallkeller" am Zinkenstock im Berner Oberlande für 45,000 fl. 1000 Ctr. Krystalle lieferte. Bei Fischbach im Riesengebirge fand sich ein Keller von 100′ Tiefe, darin saßen Krystalle von 3′ Länge und 7′ Umfang, und noch heute stellen die zahlreichen Händler im Chamouni am Mont Blanc die prachtvollsten Krystalle zum Verkauf aus, die aber immerhin

zu hohen Preisen weggehen. Denn sie pflegen in den unwegsamsten Gegenden der Hochgebirge vorzukommen, wo sie nur mit großer Mühe und Lebensgefahr gewonnen werden können. Quarzgänge, wulstförmige Hervorragungen und hohler Klang deuten die Keller im Innern an. Kleinere Krystalle bringen die Gletscher in großer Zahl mit herab. Erwähnung verdienen die klaren Drusen im schneeweißen Marmor von Carrara. Außer dem Riesengebirge sind unsere niedern deutschen Urgebirge arm an solchen Bildungen, nur daß man sie hin und wieder selbst von großer Klarheit in den Kalksteinen und Mergeln der Flözgebirge findet, und zwar meist um und um krystallisirt.

2. Amethyst, Plinius 37. 40, ἀμέθυστος nicht trunken, causam nominis afferunt, quod usque ad vini colorem accedens priusquam eum degustet in violam desinit fulgor.... Man muß bei dieser blauen Färbung aber an die rothen italienischen Weine denken. Es werden dann fünferlei aufgezählt, quintum ad viciniam crystalli descendit.

Die schöne blaue Farbe des Amethystes muß man wohl als das wesentlichste Kennzeichen ansehen, man leitet sie von $\frac{1}{2}\ddot{M}n$ ab, was nebst etwas $\ddot{F}e$, $\ddot{A}l$ 2c. ihn verunreinigt. Im Feuer verliert er seine schöne Farbe, geht durchs Gelbe und Grüne ins Farblose. Von dieser merkwürdigen Eigenschaft machen die Steinschneider Gebrauch, so daß viele der geschliffenen „Aquamarine und Topase" nichts weiter als entfärbte Amethyste sind, denn in Oberstein kann man große Fässer mit solchen bunt durcheinander geworfenen Bruchstücken gefüllt sehen. Weil eisensaures Kali $\dot{K}\dddot{F}e$ satt amethystblau gefärbt ist und sich der Amethyst sehr leicht farblos brennt, so hat man auch wohl an Eisenfärbung gedacht. Indeß da Mangan nur in der äußern Flamme violblaue, in der innern dagegen farblose Gläser gibt, das Eisen aber außen gelbe, innen grüne, und da ferner die Farbe des Mangans schon verschwunden ist, wenn die gelbe Eisenfarbe sich noch zeigt, so ist obiger Farbenwechsel auch bei Manganfärbung chemisch leicht erklärlich. Freilich behauptet Heintz (Pogg. Ann. 60. 525) in einem intensiv gefärbten Brasilianischen nur $\frac{1}{100}$ p. C. Mangan gefunden zu haben, was zur Färbung nicht hinreichen könnte.

Der Amethyst gehört seiner Klarheit nach noch zu den halbedeln Gemmen, auch sind die Säulen gewöhnlich kurz und ihr Ende einfache Dihexaederspitzen. Eigenthümlich sind fortificationsartige Streifungen, die bei Brasilianischen besonders deutlich hervortreten, und welche nach Brewster wechselnde links und rechts drehende Platten anzeigen sollen (Schweigger-Seidel Journ. Chem. 1831. LXI. 1), so daß derselbe optisch alle diejenigen Quarze zu den Amethysten stellen wollte, welche diese Eigenschaft haben, mögen sie gefärbt oder nicht gefärbt sein, was mineralogisch aber nicht angeht. Schon auf den Krystallflächen werden die Kapseln durch lichtere und dunklere Streifen angedeutet, die auf den Rhomboederflächen P den Endkanten P/P parallel gehen. Außer dieser Oberflächenstreifung sieht man auch im Innern noch dunklere und lichtere Streifen, welche alle dieser Richtung folgen. Das Dichroskop zerlegt zwar die Farben nach vielen Richtungen des Krystalls in Blau und Roth



(Pogg. Ann. 70. 531), doch ist die Erscheinung nicht bei allen in gleicher Weise auffallend. Bemerkenswerth sind die linken und rechten Trapezflächen x, welche in Brasilien und auf den Faröer Inseln sehr regelmäßig wie bei Dreikantnern auftreten.

Früher standen Amethyste in bedeutendem Ansehen, allein in unserm Jahrhundert hat sie Brasilien in zu großer Menge geliefert, als daß sich die Preise hätten halten können, es mögen daher ihnen auch nur wenig Glasflüsse untergeschoben werden. Hauptfundorte liefern in Achatkugeln: Oberstein, Theiß in Tyrol, im Schwarzwalde bei Baden, auch die Brasilianischen gehören großen Achatkugeln an, und die von Nertschinsk finden sich wenigstens mit Chalcedon. Sehr blaß sind die von Mursinsk aus Quarzgängen im Granit, bei Chemnitz in Ungarn kommen sie häufig auf Erzgängen vor. Am schönsten gefärbt sind die Geschiebe von Ceylon, sehr blaß dagegen die Haaramethyste von Botanybay in Neuholland. Ueberhaupt verbreitet sich die Farbe meist unregelmäßig in der Masse, so daß ganz dunkele Stellen an fast farblosen absetzen.

3. Gemeiner Quarz. Halb durchsichtig, kurze Säulen, aber scharfe diheraedrische Enden. Die ungefärbten schaaren sich zu prächtigen Drusen, welche auf Erzgängen ein gewöhnliches Gangmittel bilden. Bekannt sind die schönen Gersdorfer, welche die dortigen Flußspäthe wie überzuckern, ähnlich kommen sie auf der Grube Clara bei Schappach auf Schwerspath vor, der Buntesandstein ist in manchen Gegenden des Schwarzwaldes (Bulach) von den Drusen ganz durchzogen, in der prachtvollsten Schneeweiße kommen sie in Chalcedonhöhlen des Mühlsteins von Waldshut im südlichen Schwarzwalde vor. Wie colossal die Bildungen auch hier noch werden, zeigen die Quarzgänge in der Grauwacke am Streitfelde bei Eschach ohnweit Usingen in Nassau, die Köpfe der einzelnen Diheraeder erreichen hier wohl einen Fuß Dicke, statt der Säule sind die Absonderungen mit fortificationsartigen Streifen da, einzelne sehr unreine Lagen zeigen das allmählige Wachsen deutlich an. Wenn der gemeine Quarz sich färbt, so hat er allerlei Namen bekommen, die wir hier kurz erwähnen:

Prasem (πράσιος lauchgrün) Plinius 37. 34 vilioris est turbae Prasius. Werner glaubte ihn in einem durch Strahlstein gefärbten Quarz mit Fettglanz von Breitenbrunn zwischen Schwarzenberg und Johanngeorgenstadt wieder zu erkennen. Man findet ihn als Laubwerk am Mosaik.

Rother Eisenkiesel, besonders im Gyps von Südfrankreich und Spanien eingesprengt, daher um und um krystallisirt, außer Säule und Diheraeder kommt gar keine Fläche vor, diese aber in außerordentlicher Regelmäßigkeit. Wegen ihrer durch Eisenoxyd ziegelrothen Farbe von den ältern Mineralogen fälschlich Hyacinthen von Compostella genannt, weil sie zu St. Jago de Compostella in besonderer Schönheit vorkommen.

Gelber Eisenkiesel, durch Eisenoxydhydrat intensiv ochergelb, am schönsten in den Salbändern eines Kalkspathganges im Uebergangskalk von Iserlohn, wo er dreifingerdicke Platten von beliebiger Größe bildet. Die derben und unkrystallisirten können kaum noch wegen der Zufälligkeit ihrer Mischung Gegenstand mineralogischer Untersuchung sein.

Rauchquarz hat man wohl die rauchgrauen Krystalle aus dem mittlern Muschelkalk des Schwarzwaldrandes genannt, wo sie ringsum

gebildet bei Oeschelbronn ohnweit Pforzheim sparsam auf den Aeckern aufgelesen werden. Derbe meist nicht auskrystallisirte aber doch noch krystallinische Quarze finden sich besonders eingesprengt im Granit. Diese Körner können stellenweis sehr groß werden, namentlich wenn der (Gang-) Granit überhaupt sehr grobkörnig wird, wie z. B. bei Zwiesel ohnweit Bodenmais im Baierschen Walde, wo sich der bekannte Rosenquarz von schönster rosenrother Farbe ausscheidet, die Farbe soll nach Berthier vom Bitumen, nach Fuchs von einem Titangehalt 1—1,5 T̈i herrühren. Katharinenburg. Der Milchquarz hat viel Trübes und einen starken Stich ins Blau. Der Sapphirquarz (Siderit) von Golling (Salzburg) bildet indigblaue Adern in einem unreinen Kalkstein, und ist von einer matten, graublauen erdigfasrigen Substanz durchzogen. Der Avanturin wird viel genannt, aber findet sich höchst selten schön: es ist ein durch Sprünge zum Körnigen sich neigender Quarz, meist röthlich. Von den Sprüngen her zeigen sich leuchtende Punkte. Er kommt in Geschieben in Spanien vor, in Katharinenburg wird ein solcher Quarzfelsen von Koliwansk im Altai zu großen Vasen verschliffen. Der Name kommt aus dem Französischen aventure, weil man durch Zufall ähnliche Glasflüsse fand. Berühmt unter den künstlichen ist der röthliche von der Insel Murano bei Venedig, der neuerlich wieder viel in den Handel kam, dessen Darstellungsweise man aber nicht mehr kennt (Wöhler in Pogg. Ann. 58. 286). Es flimmern daraus zahlreiche kleine Oktaeder von Kupfer hervor, welche sich im Glasflusse gebildet haben. Mit der Lupe erkennt man sehr deutlich gleichseitige Dreiecke an den kleinen Kryställchen.

Katzenauge hat man einen krystallinischen Quarz inwendig mit parallelen (Amianth-) Fasern durchzogen genannt. Diese Fasern zeigen einen schönen Seidenglanz, der aus dem Innern der krystallinischen Masse gut reflectirt. Am liebsten gibt man dem Steine einen muggelichen Schliff von der Form einer Kaffeebohne. Bei der Bewegung spielt das Licht nach Art des Lichts im Auge der Katzen. Besonders geschätzt sind die gelben Ceylanischen. Auch kommen allerlei trübe rothe, braune, grünliche Farben vor. Es mag wohl sein, daß ihn Plinius 37. 47 schon unter Asteria (inclusam lucem pupilla quadam continet) begreift. Dem Indischen ähnliche schillernde Quarze werden aus dem Serpentin von Treseburg im Bodethal und einem Hornblendegestein von Hof angeführt. Doch hat hier der Charakter schon sehr verloren, es sind nur gemeine Quarze, worin etwas Asbest steckt oder geradezu Asbest, den etwas Quarz durchzieht.

Faserquarz. Zu strahligen und fasrigen Bildungen zeigt zwar der Quarz gar keine besondere Neigung, doch kommen zu Issoir (Auvergne) fasrige Amethyste vor. Die Steinkohle von Lobejun bei Halle durchziehen stellenweis weiße fasrige Schnüre, die wie Fasergyps aussehen, aber aus Kieselerde bestehen. Am ausgezeichnetsten sind die lichtgelblichen Quarzschnüre im kieseligen Brauneisenstein von Latakos am Oranje River: fingerbreite Schnüre, die Faser senkrecht gegen das Salband, wie der schönste Fasergyps. Werners Faserkiesel (Fibrolith) gehört hier nicht hin, denn er enthält wesentlich kieselsaure Thonerde.

B. Chalcedone (Glaskopfquarz).

Chalcedonier Luther Off. Joh. 21, 19. Der Name stammt im Mittelalter von Chalcedon in Kleinasien (Byzanz gegenüber), von wo er in den Handel kam, da er am Fuße des Olympus bei Brussa gefunden wird. Der Stein selbst war schon den ältesten Völkern unter verschiedenen Namen bekannt.

Eine dichte trüb durchscheinende Quarzmasse mit fein splittrigem Bruch und schönen wenn auch getrübten Farben. Er verbindet die Hornsteine mit den Opalen, und soll daher nach Fuchs ein Gemisch aus beiden sein, indem sich mit Kalilauge Opalmasse ausscheiden lasse. Dafür scheint auch die Art seiner Verwitterung zu sprechen, indem er Schichtenweis ganz matt werden kann, sogar an der Zunge klebt, das kann nur durch Verlust von Substanz geschehen. Aber gerade diese Stücke sind für die Steinschleifer am Wichtigsten, denn sie können auf das schönste mit färbenden Mitteln getränkt werden, was ihren Werth erhöht, den Mineralogen aber auch täuscht. Die meisten Chalcedone in Vulkanen und Mandelsteinen mögen wohl nur ein Produkt des Wassers sein.

Ungestreifter Chalcedon bildet die ausgezeichnetsten nierenförmigen, traubigen und zapfenförmigen Gestalten, eine Neigung zur undeutlichen Faserstruktur ist oft zu erkennen, während die concentrische Schichtung ganz zurücktritt. Von besonders zartem etwas graulichweißem Ansehen finden sie sich in Drusenräumen der Vulkanischen Gesteine von Island und den Faröer Inseln, auf Ungarischen Erzgängen übersintern sie die feinsten Nadeln von Grauspießglanz, dessen leichte Schmelzbarkeit an eine Bildung auf heißem Wege gar nicht denken läßt. Ausgezeichnet smalteblaue kennt man von Treßtyan in Siebenbürgen, dabei kommen auch sehr schöne scheinbar würfelförmige Krystalle vor, die man ziemlich allgemein für Afterkrystalle hält. Allein wenn man bedenkt, wie gern gerade in Chalcedonkugeln der Amethyst sich rhomboedrisch ausbildet, wo über die Deutung der würfelig scheinenden Krystalle gar kein Zweifel sein kann, so ist es mehr als wahrscheinlich, daß auch die blauen das Rhomboeder des Quarzes seien, um so mehr als schon der Bruch eher auf krystallinischen Quarz als Chalcedon deutet.

Gestreifter Chalcedon, der berühmte Achates, Plinius 37. 54, in magna fuit auctoritate nunc in nulla. Reperta primum in Sicilia juxta flumen ejusdem nominis, postea plurumis in terris numerosa varietatibus; vocatur enim jaspachates, cerachates, zmaragdachates, haemachates, leucachates, dendrachates.

Große öfter mehrere Centner schwere Kugeln bestehen aus concentrischen Schichten, die wie die Anwachsstreifen von Holz mit bloßem Auge leicht erkannt werden. Zwischen diesen Schichten gewahrt man bei dünngeschliffenen Platten schon mit bloßem Auge äußerst gedrängte wellige Linien, die offenbar nichts als Niederschläge bedeuten. Daher verhält sich auch Achat nicht indifferent gegen das Licht, und Brewster zählte 17,000 Schichten auf 1 Zoll Dicke (Pogg. Ann. 61. 136). Viele dieser Achatkugeln haben nach Innen eine große Anhäufung von Amethyst, der aber niemals in die Mischung der Achatmasse als solche eingeht, und

außerdem zeigen sie noch hohle Räume. Die Kieselerde muß sich daher im Innern der Kugel allmählig dergestalt niedergeschlagen haben, daß der Raum sich von außen nach innen füllte, und die innern Schichten jünger sind als die äußern. So lange die Kugelwand dünn war, kann man sich das Eindringen von Quarzsubstanz wohl erklären, allein je dicker die Wände, desto schwieriger die Sache, doch findet man häufig einen röhrenförmigen Zugang, der gewöhnlich zuletzt durch Amethyst verstopft wird, als dem letzten der Niederschläge. Große Kugeln haben viele solcher Zugänge (Einsprützlöcher). Die Kugeln waren ursprünglich (wahrscheinlich durch Gasblasen gebildete) hohle Räume, gern an einer Seite schneidig, oder zu zwei und mehreren zusammengeflossen. Solche hohlen Kugeln mit einer papierdicken Achatwand und einer innern Amethystdruse finden sich bei Oberstein in ungeheurer Menge. Je nachdem die Ausfüllung nun vor sich ging, hat man den Abänderungen Namen gegeben, womit seit alter Zeit viel Spielerei getrieben worden. Die Phantasie erkannte darin allerlei Figuren: so spricht schon Plinius 37. 3 von einem im Alterthum hochberühmten Stein des Pyrrhus, in qua novem Musae et Apollo citharam tenens spectarentur. Im Mittelalter wurden es Heiligenbilder (Athan. Kircher Mundus subterraneus II. pag. 31) und heute beschäftigt uns wenigstens noch ihr feiner wunderbarer Bau: die prachtvollen Regenbogenachate vom Weisselberge bei Oberkirchen ohnweit St. Wendel zeigen in dünnen Platten gegen das Licht gesehen die schönsten Regenbogenfarben, indem jeder Anwachsstreifen besondere Farben durchläßt, darin schwimmen schichtenweis zahllose rothe Punkte von Eisenkiesel. Da eine durchgeschnittene Kugel gestreift erscheint, wie das Bild einer Bastion, so nannte Werner dieselben Fortificationsachat. Besonders grellfarbig mit Weiß und Roth setzen die Streifen auf jenem berühmten sächsischen Achatgange bei Kunnersdorf und Schlottwitz ohnweit Glashütte ab, daher heißt derselbe Bandachat, zumal da in kleinen Stücken die Streifen wenig Krümmung zeigen. Wo dieser Gang zertrümmert wird, haben sich zahllose scharfeckige Bruchstücke gebildet, die von schönem blauem krystallinischen Amethyst wieder zusammengekittet sind, Trümmerachat. Die Muscheln des Quadersandsteins von Blackdown (Devonshire) sind oft in den feinsten, selbst gestreiften, Chalcedon verwandelt.

Onyx (ὄνυξ Nagel) heißt Plinius 37. 24 geschnittene Steine, die aus zwei bis drei Lagen bestehen, was die Vergleichung mit dem Nagel auf dem Fleische liegend veranlaßte. Die Schönheit ihrer Farbe ist jedoch lediglich Kunstprodukt. Daher sind gerade die matten und verwitterten Kugeln für die Steinschneider am werthvollsten. Arabischer Onyx Plinius 37. 24. Eine kohlschwarze Schicht wird von einer schneeweißen gedeckt. Sie dienen hauptsächlich zu Cameen, d. h. aus der weißen Lage wird eine erhabene Figur geschnitten, die sich prachtvoll auf der schwarzen Unterlage ausnimmt. Es sind uns viele davon aus dem Altherthume überkommen. Brasilien führt sie neuerlich in großer Menge aus, der Centner Cameenstein wird davon in Oberstein roh schon mit 2500 fl. bezahlt. Zugeschnittene Steine werden in mit Wasser verdünnten Honig gelegt, mehrere Wochen lang auf dem Ofen warm erhalten und dann in Schwefelsäure auf glühende Kohlen gestellt. Nach wenigen Stunden wird eine Lage

schwarz, ohne Zweifel in Folge von Ausscheidung von Kohle des Honigs, die andere schneeweiß: ein schlagender Beweis von der innern Verschiedenheit der Lagen. Freilich ist in Beziehung auf Reinheit der Werth der einzelnen außerordentlich verschieden. Die schönsten macht man aus dem Brasilianischen

Carneol (caro Fleisch) nach seiner gelblichrothen Farbe genannt, die durch Glühen bedeutend erhöht wird, wahrscheinlich weil sich das färbende Eisenoxydhydrat in Eisenoxyd verwandelt. Uebrigens gehören nicht alle Carneole zu den gestreiften. Der Name entstand im Mittelalter (Agricola 624), die Alten nannten ihn Sarda Plinius 37. 31: primum Sardibus reperta .... laudatissima circa Babyloniam, cum lapicidinae quedam aperirentur, haerens in saxo cordis modo. Das erinnert lebhaft an die schneidige Form der Kugeln. Auch die Alten behandelten ihn schon mit Oelen und Säuren. Sardonyx Plinius 37. 23 Romanis hanc gemmam fuisse celeberrimam .... veluti carne ungui hominis inposita, er bestand also aus einer rothen und weißen Lage. Der berühmte Ring des Polycrates war ein solcher, Plinius 37. 2, Augustus legte ihn in einem goldnen Horn auf dem Altar der Concordia nieder. Besonders schön sind die vom Weisselberge, welche aus drei Lagen bestehen: oben ziegelroth, in der Mitte schneeweiß, unten milchweiß mit feinen Punkten von Eisenkiesel. Auch diese Färbung wird künstlich erzeugt oder doch verschönert. Die dritte Lage wurde häufig zum Haare der Camee verwendet. Gegenwärtig schleift man einfarbigen Carneol häufig zu Petschaften. Das Hebräische Odem roth 2 Mos. 28, 17 übersetzt Luther durch Sarder, so ausgezeichnet war der Stein im Alterthum!

Zwischen gestreiften und ungestreiften Chalcedonen ist zwar kein scharfer Gegensatz, doch nähern sich letztere durch die Feuersteine leichter dem Hornstein, und nehmen dabei allerlei bunte Farben an. Mochhasteine (nach dem Arabischen Hafen, von wo man sie früher bezog) oder Mooschat nennt man die Stücke mit schwarzen Dendriten, von eingedrungenem Manganoxyd herrührend, diese sind aber Algen und Moosen oft so täuschend ähnlich, daß die Frage noch gar nicht entschieden ist, ob nicht organische Einschlüsse sich darunter befinden. Im Carneol hielt man sogar lange das Färbende für organische Substanz (Pogg. Ann. 26. 562). Heintz widerlegt das zwar, allein es finden sich doch viele Achate unter Verhältnissen im Gebirge, wo organische Einschlüsse leicht denkbar wären.

Plasma nannte Werner nach Vorgang der Antiquare lauch- bis berggrüne Gemmen aus den Ruinen Roms. Solche Massen kommen heute noch aus Calcutta nach Oberstein, auch hat man mehrere grüne Chalcedone z. B. die bekannten vom Hauskopf bei Oppenau im nördlichen Schwarzwalde so genannt. Heliotrop ist ein Plasma mit rothen Chalcedon-Punkten, die durchsichtiger sind als die grüne Masse. Die orientalischen nehmen eine sehr schöne Politur an. Die Schottischen haben schon einen halbmatten Jaspisbruch. Heliotropum Plinius 37. 60 porraceo colore, sanguineis venis distincta konnte freilich ein ganz anderer Stein sein. Achatjaspis (oder schlechthin schon Jaspis) nennen die Steinschneider die unreinern stark gefärbten Achatmassen. Solcher (rother) Jaspis kommt unter andern ausgezeichnet in den grauen Dolomiten unter

dem Buntensandstein des Schwarzwaldes vor (Schramberg, Alpirsbach). Cacholong (der Name soll mongolischer Abstammung sein, Cacholonius Wallerius Miner. 272) heißt der veränderte, welcher schichtenweis ganz matt wie Steinmark wird. Es ist Folge von Verwitterung, denn Fuchs (Pogg. Ann. 31. 577) hat gezeigt, daß gestreifter Chalcedon durch Kalilauge ähnliche matte Schichten bekomme. Faröer Inseln, Hüttenberg auf verwittertem Spatheisenstein. Sie kleben an der Zunge. Schröter Einleitung Geschichte der Steine I. 304.

Enhydros Plinius 37. 73 semper rotunditatis absolutae in candore est laevis, sed ad motum fluctuat intus in ea veluti in ovis liquor. Hier sind ohne Zweifel die kleinen Nußgroßen grauweißen Chalcedonkugeln von Monte Berico im Vicentinischen verstanden, deren innere Höhle mit Flüssigkeit erfüllt ist, die durch die Wände durchscheint. Solche Flüssigkeit kommt zwar auch in den größern hohlen Achatkugeln vor, allein sie kann wegen der Undurchsichtigkeit der Wände darin äußerlich nicht sichtbar gemacht werden.

Künstliche Färbung der Chalcedone. Diese Kunst scheint uralt zu sein (Nöggerath, Leonhardts Jahrb. 1847. 473). Plinius 37. 54 sagt von einem Achat in ollam plenam olei conjectu cum pigmentis intra duas horas subfervefacta unum colorem ex omnibus faciat mini. Noch auffallender lib. 37. 74 Cochlides (ohne Zweifel Achatkugeln) . . . . fiunt verius quam nascuntur, in Arabia repertis ingentibus glaebis, quas melle excoqui tradunt septenis diebus noctibusque sine intermissione. Dabei kämen dann so viel Zufälligkeiten zum Vorschein, daß man sie Naturspiel (physes) hieße, weil man nicht allen Namen geben könne. In Italien mag sich diese Kunst durch Tradition forterhalten haben, denn früher kamen die sogenannten „Romaner" nach Oberstein und kauften die gestreiften ungefärbten aber zugeschnittenen Steine auf, um ihnen in Rom erst die gehörige Färbung zu geben, bis endlich vor etwa 25—30 Jahren ein Achathändler von Idar hinter das Geheimniß kam. Die matten, welche zum Theil die Feuchtigkeit so stark auffaugen, daß sie etwas an feuchter Lippe kleben, sollen am geeignetsten sein. Wie der arabische Onyx durch Honig und Schwefelsäure schwarz und weiß wird, so kann man den ungestreiften durch bloße Salzsäure schön Citronengelb machen. Besonders gelingt das Blaufärben vom reinsten Sapphirblau bis zu allen Schattirungen des Türkis hinab. Dadurch haben die Schleifereien zu Oberstein und Idar im Oldenburgischen Fürstenthum Birkenfeld, wo längs des Flüßchens Idar mehr als 100 Achatmühlen stehen, jede mit 4—5 Rädern, ein Rad schon eine Familie nährend, großen Aufschwung bekommen. Eine der merkwürdigsten Industrien Deutschlands. Alles was zur Familie des Quarzes gehört: Bergkrystall, Amethyst, Achat, Jaspis rc., wird hier geschliffen, polirt, gefärbt, und durch Handelsleute über die ganze Erde verbreitet. Besonders bildet die Schweiz einen wichtigen Markt: in den ärmlichsten Sennhütten (Col de Balm rc.) findet man davon reiche Niederlagen, die von unwissenden Lustreisenden als Produkte des Chamounithales und Berner Oberlandes fleißig ausgekauft werden. Die allein zu Cameen brauchbaren Onyre, womit das Alterthum so ungeheuren Luxus trieb, und wovon uns so herrliche Ueberbleibsel überliefert sind, wurden früher blos in einem fast pechsteinartigen Ge-

birge des Weisselberges bei Oberkirchen gewonnen. Neuerlich kommen sie aber aus Brasilien (Monte Video) in solchen Mengen, daß 1846 allein für 200,000 fl. rohe Steine in Oberstein versteigert sind. Die Alten machten auch Gefäße daraus, wie die berühmte Mantuanische Vase aus Onyx besteht, und mir scheint auch die ältere Meinung begründeter, daß die Vasa murrhina des Plinius hist. nat. 37. 8 eher in diese Sippschaft gehörten, als wo anders hin, besonders wenn man an die Regenbogenachate denkt, die in den schönsten Farben schillern.

Jaspis ein uraltes Wort, denn 2 Mos. 28, 20 heißt der 12te Stein im Amtsschildlein des Hohenpriesters Jaschphe. Plinius hist. nat. 37. 37 zählt eine ganze Menge schönfarbiger auf, darunter den Türkis (aeri similem), aber ohne Zweifel auch Quarze. Auch Werners Jaspis begriff sehr verschiedene Dinge. Daher geht man am besten vom

Kugeljaspis Steffens aus. Dieß sind offenbar feuersteinartige Kugelbildungen, aber durch Eisenoxyd intensiv ziegelroth, durch Eisenoxydhydrat ochergelb bis Kastanienbraun gefärbt. Die Farben bilden Streifen und Flammen als Folge von Oberflächenzersetzung. Der vollkommen muschelige Bruch hat einen eigenthümlichen matten Schimmer (der ächte Jaspisbruch), und die Analyse gibt außer Eisenoxyd und Thonerde immerhin reichlich 95 Proc. Kieselerde an. Der braune Jaspis mit concentrisch lichtern und dunkeln Streifen, die ungefähr der Kugeloberfläche parallel gehen, findet sich in großer Menge als Kiesel im Nil und im Sande der Wüste. Bei Kairo bildet er ein Conglomerat, das wahrscheinlich der Kreideformation angehört. Seine große Politurfähigkeit und Menge im Geburtslande des Moses mußte früh die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, und daher könnten die Juden unter Jaschphe wohl diesen Stein verstanden haben, wenn es vielleicht nicht edler Opal war. Der rothe Jaspis kommt auf dem Aldinger Stollen zu Auggen bei Mühlheim im Breisgau in großer Menge vor, er liegt in den dortigen Bohnenerzen, und schon die Menge eingesprengter Polythalamien deutet entschieden auf einen Ursprung, wie der Feuerstein hin.

Gemeiner Jaspis meist roth und braun, findet sich auf Erz-, besonders aber auf Eisensteingängen. Man findet darunter zwar noch mit ächtem Jaspisbruch, doch kann man häufig die Gränze einerseits zu dem Hornstein andererseits zum ungestreiften Chalcedon nicht sicher ziehen. Der Achatjaspis pag. 173 und Opaljaspis unterscheiden sich dagegen durch ihr Vorkommen.

Bandjaspis entbehrt gänzlich des Glanzes im Bruch. Wenn er mit Porphyr vorkommt, wie bei Gnandstein in Sachsen, so besteht er aus kieselreichem Thonstein, wenn er dagegen zur obern Thonschiefer- und Grauwackenformation gehört, wie am Ural und auf dem Oberharz, so nähert er sich den Kieselschiefern. Auf Schichtung deutet schon die Streifung von Roth und Berggrün hin. Der Wernersche Porzellanjaspis von lavendelblauer Farbe ist ein gebrannter Schieferthon im Steinkohlengebirge, oder ein gebrannter Thon in der Braunkohlenformation. Die Masse ist mehr gefrittet als geschmolzen.

Feuerstein (Flint) lagert in Knollen im Kalkgebirge. Sein sehr gleichartiger Bruch ist wie Jaspis, aber schimmert bei den guten etwas

stärker. Die graue bis schwarze Farbe rührt in der Kreide blos von organischen Stoffen her, denn sie geben mit Kupferoxyd geglüht Kohlensäure und Wasser, und sind nach dem Brennen vollkommen weiß. Ehrenberg will sie sogar für coagulirte Kieselpanzer von Infusionsthieren ansehen, und hat ihre Spuren auch darin nachgewiesen. Doch muß man dabei nicht vergessen, daß die Kieselerde überhaupt sich gern zu Kugeln zusammenzieht, und fremde Gegenstände durchdringt. Daher wickelt auch der Feuerstein allerlei Petrefakten ein, und wenn man erwägt, wie mannigfaltig die Abänderungen der Kieselknollen in den verschiedenen Formationen sich zeigen, so hat im Allgemeinen die Bildung auf chemischem Wege größere Wahrscheinlichkeit. Verwitterung erzeugt auf der Oberfläche ein Kieselmehl. Die feinsten Feuersteine liefert die weiße Kreide. So lange diese ihre Bergfeuchtigkeit haben, kann man sie durch geschickte Hammerschläge in beliebige Formen bringen, eine Kunst, die schon die alten Deutschen trefflich verstanden, da sie bei Unkenntniß passender Metalle ihre Pfeile und andere Waffen blos aus Feuerstein schlugen, die man in ihren Gräbern („Stein- und Beinformation") findet. Daraus läßt sich der niedrige Preis erklären, denn ein geschickter Arbeiter konnte in drei Tagen 1000 Flintensteine schlagen. Da er 98 Proc. Kieselerde enthält, so wird er namentlich in England zu einem vortrefflichen Glase (Flintglas) und Steingut (Flintware) verwendet. Der englische Pudding-Stone besteht aus schwarzen Feuersteingeschieben, die durch einen stark gefritteten Kieselsandstein mit einander verbunden sind. Das Gestein nimmt eine schöne Politur an und wird daher häufig geschliffen. Einzelne Geschiebe darunter gehen schon in den Kugeljaspis über. Dies zeigt sich noch mehr beim Feuerstein des obern weißen Jura. Bei Kehlheimwinzer unterhalb der Einmündung der Altmühl in die Donau findet sich derselbe in den ausgezeichnetsten Kugeln von der Größe und Rundung einer Kanonenkugel, außen schneeweiß von Kieselmehl. Dabei finden sich Stücke mit sehr regelmäßig concentrischen grauen und weißen Streifen, namentlich schön in der Fränkischen Schweiz bei Gailenreuth, die nur zu deutlich beweisen, wie nahe der Kugeljaspis mit Feuerstein verwandt sei.

Chrysopras aus dem Serpentin von Schlesien, wo er am schönsten bei Gläsendorf ohnweit Frankenstein vorkommt, von apfelgrüner durch 1 Proc. Nickeloxyd erzeugter Farbe, der splittrige Bruch namentlich der weißen ungefärbten Masse hält die Mitte zwischen Chalcedon und Hornstein. Er nimmt eine schöne Politur an, doch leidet die Farbe wenn man ihn nicht in feuchter Baumwolle aufbewahrt. Der Name kommt Offenb. Joh. 21, 20, auch bei Plinius 37. 73 nach einer Lesart vor. Lehmann (Mémoires Acad. Berlin 1755. 202) hat den Namen auf den Schlesischen übergetragen. In der St. Wenzelskapelle (14. Jahrh.) von Prag findet man schon große geschliffene Platten, 1740 wurde ein Preußischer Officier bei der Windmühle von Kosemütz wieder auf ihn aufmerksam, seinen Ruf bekam er durch Friedrich den Großen, welcher Sansouci damit schmückte. Da im Frankensteiner Serpentingebirge zugleich Chalcedon und Opal vorkommt, so wird auch dieser durch Nickel apfelgrün gefärbt. Die Steine liegen sehr oberflächlich, werden sogar durch den Pflug zu Tage gefördert, und verwittern hier zu einer steinmarkartigen Masse (Chrysopraserde, Pimelith), welche nach Klaproth 35 $\ddot{Si}$, 38 $\dot{\bar{H}}$, 5 $\ddot{Al}$, 15,6 $\dot{Ni}$

enthält. Fühlt sich etwas fettig an, und kann fast mit dem Nagel geritzt werden. Die Zufälligkeit der Zersetzung nimmt den Analysen ihre Bedeutung.

Der Uebergang vom Chalcedon durch den Feuerstein in den Hornstein läßt sich in ausgezeichneter Weise unter andern im Muschelkalk des südlichen Schwarzwaldes (Adelshofen) erkennen: es scheiden sich dort im Kalke mehr als Kopfdicke sehr regelmäßige Feuerstein-Knollen aus, dieselben gleichen stellenweis dem schönsten Chalcedon, innen aber einem musterhaften grauen

Hornstein. Ein alter bergmännischer Name Agricola pag. 701: longe durissimum est, quod ex cornu cujus colorem non raro referre videtur nominatum, Latini silicem appellant. Doch versteht Plinius 36. 49 unter silex die verschiedensten Quarze. Werner unterschied zweierlei: einen splittrigen Hornstein durch seine todte einfache Farbe, den splittrigen Bruch und die Art der Durchscheinenheit dem Horn gleichend. So findet er sich auch zuweilen auf Erzgängen, hauptsächlich bildet er die Grundmasse gewisser Porphyre, Hornsteinporphyre, die freilich nicht immer frei vom Feldspath sind. Endlich rechnete Werner noch ausdrücklich die Feuersteine des obern Jura dahin, die in Franken und Schwaben sich in großer Menge finden. Doch scheint es naturgemäßer, solche Kieselconcretionen beim Feuerstein zu lassen, die Gruppen werden dadurch natürlicher. Der muschelige Hornstein führt zum Jaspis, und läßt sich kaum feststellen. Holzstein hieß Werner die verkieselten Hölzer, welche nicht in Opal verwandelt sind. Sie finden sich in den Sandsteinen aller Flötzgebirge, auch hier ist die Holzstruktur wichtiger als die Quarzsubstanz für die Bestimmung. Nach Fuchs enthält der Hornstein keine lösliche Kieselerde (Opal).

Afterkrystalle. Wie die Kieselerde Pflanzen und Thierreste durchdringt, so bildet sie auch ausgezeichnete Afterkrystalle, und darunter spielt der Hornstein eine Rolle. Der Haytorit von Devonshire hat die Form des Datoliths, mit so glänzenden Flächen, daß die Winkel meßbar sind. Die Gypslinsen aus den tertiären Süßwassermergeln von Passy bei Paris haben sich zu großen Haufen in Quarz verwandelt, bricht man sie von einander, so sind sie innen zwar häufig hohl, aber die äußere Gränze hat sich vollkommen erhalten. Im Rotheisenstein von Schwarzenberg in Sachsen sind ausgezeichnete Würfel eingesprengt, sie bestehen durch und durch aus Quarz, der seine Form dem Flußspath dankt. Besonders war früher das Schneeberger Revier durch seine Hornsteinafterkrystalle von Kalkspath berühmt: manche darunter sind nur roh überrindet, innen hohl oder schlecht ausgebildet; bei andern aber steckt unter einer leicht wegnehmbaren Kruste ein so wohlgebildeter Krystall mit glänzenden Flächen, daß es uns recht klar wird, wie schwierig in einzelnen Fällen die Entscheidung werden kann, ob Afterkrystall oder nicht. Die Afterbildung beginnt bei den Quarzen meist mit Uebersinterung, welche der Verwitterung stärker widersteht, als der eingehüllte Krystall. Wird letzterer dann ganz oder theilweis weggeführt, so entstehen hohle Räume in der Quarzmutter, und diese geben die scharfe Form des Krystalls, während die Uebersinterung nur rohe Umrisse erzeugt, und eigentlich nicht als Afterkrystall angesehen werden sollte, wie so häufig geschieht. Freilich läßt sich nicht immer sicher unterscheiden, was der Uebersinterung und was der Ausfüllung

genau angehöre. Besonders sind die Erzgänge reich an Beispielen, doch finden wir auch in den Kieselconcretionen, sie sind hier noch am schwersten zu deuten: so findet man in dem rothen Kugeljaspis von Auggen sehr deutliche hohle Würfel (Würfeleindrücke); im Feuerstein des Muschelkalkes auf dem Alischfelde zwischen Alpirsbach und Dornhan finden sich theils Eindrücke theils wirkliche Würfel von Feuerstein im Feuerstein, was war das? ob Kalkspath?

Kieselschiefer heißen die dichten gemeinen Quarze, welche ganze Lager im obern Thonschiefergebirge und untern Kohlenkalksteine machen. Der gemeine graue ist ganz hornsteinartig, aber plattet sich gut nach der Schichtung. Der edlere durch Kohle schwarz gefärbte, gern mit weißen Quarzadern durchzogene, soll der coticula (Probierstein) oder Lapis Lydius sein, weil er nach Theophrast (Cap. 78—80) im Fluß Tmolus in Lydien als Geschiebe gefunden wurde, auch lapis Heraclius genannnt. Plinius hist. nat. 33. 43. Die Probiersteine waren früher wichtiger als heute, wo die chemische Kunst sie theilweis ersetzt: sie müssen hart und dunkelfarbig sein, durch den Schliff zubereitet sich sammtartig anfühlen, und von Säuren nicht angegriffen werden: his coticulis periti, cum e vena ut lima rapuerunt experimentum, protinus dicunt quantum auri sit in ea, quantum argenti vel aeris, scripulari differentia mirabili ratione non fallente. Freilich liefen hier auch viele Verwechselungen unter, namentlich mit Basalt (*βάσανος*), den Agricola bei Stolpe in Sachsen wiederfand, und den Kentmann duritie adamantina beschreibt!

Mühlstein (Meulière) hat man vorzugsweise in Frankreich die unregelmäßigen Quarzlager im Süßwasserkalk des Tertiärgebirges bei Ferté-sous-Jouarre und Montmirail genannt, sie sind porös, die Poren öfter mit Quarz erfüllt, und es soll keinen besseren Mühlstein als diesen geben.

C. Opale (von ὄψ Auge).

Ganz unkrystallinisch, der vollkommen muschelige Bruch glänzt wie Gallerte oder Harz, daher Quarz résinite von Hauy genannt. Spröde, trübe Farben, und alle Grade der Durchscheinenheit, mit einem zwischen 3—12 Proc. schwankenden Wassergehalt, daher ein wenig weicher (Feldspathhärte) und leichter (2,1 Gew.) als Quarz. In Kalilauge löslich. Sind besonders in Vulkanischen Gesteinen zu finden, man sieht sie als eine erstarrte Kieselgallerte an, die zufällig mehr oder weniger Wasser beibehielt.

1) Edler Opal Plinius 37. 21 India sola et horum mater . . . est enim in his carbunculi tenuior ignis, est amethysti fulgens purpura, est zmaragdi virens mare, cuncta pariter incredibili mixtura lucentia. Möglich, daß auch der Name Jaspis Off. Johann. 4, 3 auf diesen man möchte sagen schönsten aller Steine zu deuten ist.

Die Farbe ist milchblau, aber aus der trüb durchscheinenden Masse leuchten spielend die brennendsten Regenbogenfarben, worunter sich besonders Grün, Roth und Blau auszeichnen. Nach Klaproth 10 Proc. $\dot{\text{H}}$. Die milchige Trübe und das Farbenspiel ist offenbar erst Folge von Veränderung, denn es gibt Stücke von großer Klarheit, die sich dann allmählig trüben und zuletzt undurchsichtig (gemeiner Opal) werden. Hauy suchte den Farbenreflex durch kleine Sprünge, Brewster durch Zwischenräume von regelmäßigerer Gestalt zu

erklären. Der Werth hängt von der Reinheit der Masse und von der Schönheit des Farbenspieles ab. Plinius erzählt uns von dem im Alterthum so hochgeschätzten Opal des Nonius, der zwar nur von der Größe einer Haselnuß dennoch nach einer Lesart auf 800,000 Rthlr. geschätzt wurde. Im Kaiserlichen Schatze zu Wien findet sich ein ganz reiner von der Größe einer Mannesfaust (34 Loth). Man schleift ihn mit gerundeter Oberfläche. Die berühmtesten Opalbrüche finden sich beim Dorfe Czerwenitza zwischen Kaschau und Eperies, wo sie in Schnüren und Nestern auf einem grauen sehr unansehnlichen Trachyt-Tuff (Opalmutter genannt) vorkommen. Sie werden dort bergmännisch gewonnen, in den Orient ausgeführt, von wo sie unter dem Namen „Orientalischer Opal" wieder zu uns gelangen. Auch bei Hubertsburg in Sachsen findet er sich in einem schieferigen Thongestein, derselbe ist aber durch starken Wasserverlust ganz matt und undurchsichtig geworden, klebt an der Zunge und zeigt nur geringes Farbenspiel. Legt man ihn aber ins Wasser, so wird er nicht blos vollkommen durchscheinend, sondern gewinnt auch an Farbenspiel. Daher nannten ihn die ältern Mineralogen Lapis mutabilis oder oculus mundi (Weltauge), während die ohne Farbenspiel Hydrophan heißen. Das eingesogene Wasser verdunstet aber sehr bald wieder, und dann nehmen sie sofort ihre matte Undurchsichtigkeit an. In Oel gekocht sollen sie jahrelang das Farbenspiel zeigen, und mit Wachs oder Wallrath getränkt werden sie im Feuer durchsichtig (Pyrophan), weil dann das Wachs schmilzt. Die Erscheinung läßt sich optisch leicht erklären.

2) Gemeiner Opal ist durch alle Uebergangsstufen auf das Engste mit dem Edlen verbunden, aber er nimmt außer der Milchbläue allerlei andere trübe Farben an, und besitzt in vielen Abänderungen noch bedeutende Durchscheinenheit. Das Farbenspiel verschwindet gänzlich. Zu den bekannteren Vorkommnissen gehören der Feueropal von Zimapan in Mexico von blaßtrüber hyacinthrother Farbe, die bei durchscheinenden Stücken stark in das Feuergelbe spielt, woher der Name. Der wachsgelbe Opal von Telkebanya läßt in zolldicken Stücken noch viel Licht durch, ein Muster für Opal. Wie der Feuerstein überzieht er sich an der Oberfläche in Folge von Verwitterung mit einer dicken weißen Rinde, dieselbe klebt stark an der Zunge und nimmt mit Zischen Wasser auf, wird aber nicht durchsichtig, verhält sich also ganz anders als der Hydrophan. Solche matten Rinden finden sich noch bei andern gemeinen und Halb-Opalen, man nennt sie auch wohl Cacholong pag. 174. Prachtvoll ist zuweilen die apfelgrüne Farbe des Prasopal von Kosemütz und Pernstein in Mähren, er verdankt seine Farbe wie der mitvorkommende Chrysopras dem Nickel. Ueberhaupt ist das Serpentingebirge von Frankenstein in Schlesien reich an schönen Opalen, worunter der bläulich bis grünlich weiße Milchopal von Kosemütz hervorsticht. Schön rosenroth ist der Opal von Mehun und Quincy, er liegt im dortigen Süßwasserkalk, und soll seine Farbe organischer Substanz verdanken. Die bittererdehaltigen hat man Quincyt genannt.

3) Halbopal nannte Werner die zwischen Kugeljaspis und gemeinem Opal mitten inne stehenden Abänderungen, nur an den Kanten durchscheinend, wenig Glanz und trübe Farbe meist von weiß, grau und braun. Schon 1803 wurde durch Jordan der weiß und braungestreifte

Halbopal von Steinheim bei Hanau bekannt, der nach Leonhardt auf Gängen im dichten Grünstein (Anamesit) vorkommen soll. Er kann zwar als Muster dienen und doch geht er öfter in einem einzigen Handstück in Chalcedon und Hornstein über, Beweis genug, wie unsicher die Unterscheidung werden muß. Im Klingsteintuff von Hohentwiel am Bodensee kommen Blöcke von leberbrauner Farbe vor, die an Holzstruktur erinnern. Vor allem reich sind jedoch die Trachyt- und Porphyrtuffe von Ungarn, namentlich in der Gegend von Tokay und Telkebanya. Sie kommen hier von intensivem Grün, Wachsgelb, Braun 2c. vor. Namentlich geben diese Opale auch das Mittel zu den versteinerten Hölzern, welche Werner daher

Holzopal nannte, in demselben findet sich meist ein Gemisch von gemeinem und Halb-Opal, und die Holzstruktur hat nicht selten auf die ungleiche Vertheilung der Masse wesentlich eingewirkt. Besonders interessant durch das intensive Braun ihrer Farbe sind die Hölzer von Schaiba, die gemeine Opalmasse gleicht hier im Aussehen der erstarrten Brühe von stark gebratenem Kalbfleisch.

Wenn Halbopale stark durch Eisen gefärbt sind und dabei zum Matten neigen, so nannte sie Werner Opaljaspis. Wie die Opale nun auch wirklich zum Feuerstein überspielen, zeigt der

4. Menilit Wr. vom Ménilmontant bei Paris, wo er Knollen (Knollenstein) im Klebschiefer bildet. Es sind offenbar allerlei unförmliche Kieselconcretionen, die sich nach Art des Feuerstein gebildet haben. Sie neigen etwas zur Schieferung, haben aber im Querbruch ganz den Glanz eines ausgezeichneten Halbopals, von welchen sie sich jedoch durch ihr geognostisches Vorkommen leicht unterscheiden. Am schönsten sind die leberbraunen der Pariser Gegend, namentlich auch ausgezeichnet durch ihre sonderbar verworrene Knotung. Klaproth gibt darin 85,5 $\ddot{Si}$, 11 $\dot{H}$ 2c. an. Zu Argenteuil sind die Knollen grau, brausen aber nicht mit Säure. Bei St. Ouen liegen dagegen Süßwasser-Muscheln darin, diese werden dann nicht blos matt, sondern brausen auch, es sind Kieselmergel. Der bekannte und früher so berühmte Schwimmstein von St. Ouen ist nichts weiter als das Kieselskelet dieser Muschelmenilite, denn der Bulimus pusillus sitzt noch unverändert darin. Wirft man ihn auf das Wasser, so zischt er stark und sinkt nach wenigen Minuten unter. Es gibt zwar auch nicht zischende, die gar nicht untersinken, diese scheinen aber künstlich mit einem fetten Thon überschmiert zu sein, der die Oberfläche der Poren verstopft hat. Die Kieselmergelknollen bilden die Vermittelungsstufe zwischen ächtem Feuerstein und Menilit. Auch die Quarzconcretionen im Süßwasserkalk zeigen eine entschiedene Annäherung zum opalartigen Glanz, und doch sind sie oft ganz von Planorbis- und Paludinenspecies durchwoben. Von höchst regelmäßiger Runzelung und auffallender Formenbildung sind die Kieselmergel aus dem Muschelkalk von Leufelfingen in der Schweiz, die dann weiter sich an die Mergelknollen anschließen, worin die Kieselsäure schon stärker zurücktritt. Wer hier blos nach mineralogischen Kennzeichen scheidet, geht in der Irre.

Ehrenberg (Pogg. Ann. 38. 455) sucht den Beweis zu führen, daß alle diese Kiesel (er nennt sie Halbopale) aus dem Polirschiefer, namentlich die von Bilin und Luschiz in Böhmen, „durch formlose Kieselmasse

cämentirte Infusorienschalen" seien. Kieselpanzer von Gaillonella varians, Navicula viridis etc. kommen wenigstens in großer Menge im Tripel, und Polirschiefer vor, so daß diese Kieselerde förmliche Infusorienlager (Handbuch der Petrefaktenk. pag. 691) bildet. Tripel (terra Tripolitana), eine gelbe magere Erde mit 90 S̈i, kommt über Tripoli aus Nordafrika in den Handel.

Polirschiefer kommen besonders ausgezeichnet im Tertiärgebirge bei Paris, in der Nachbarschaft der Basalte bei Bilin in Böhmen, am Habichtswalde bei Cassel rc. vor. Sie haben einen thonigen Geruch, man könnte sie ihrem Aussehen nach für graue Mergel halten, allein mit Säure brausen sie durchaus nicht. Die compakten kleben so stark an der Zunge (Klebschiefer von Paris), daß sie beim Wegreißen schmerzen. Die deutschen zerfallen leicht zu Mehl, nur kommen rauhe Platten darin vor (Saugschiefer), die zuletzt zu Menilitartigen Opalen werden. Der mehlige Schiefer fühlt sich sehr sanft an. Bei Randan am Puy de Dôme kommt eine gelbliche Erde vor (Randanit), die sich in Säuren löst (lösliche Kieselerde), sie hat ungefähr die Consistenz der Kreide, läßt sich aber mit dem Finger zu einem unaussprechlich feinen Mehl zerdrücken, welches bei der geringsten Bewegung die Luft mit feinen Staubwolken erfüllt: das sind Panzer von Infusionsthieren, wie sie sich an vielen Hundert Orten bis in die jüngsten Formationen herauf gefunden haben. Mit $\frac{1}{20}$ Thon gemischt und gebrannt geben sie die bei den Alten so berühmten schwimmenden Ziegeln, die 1791 Fabroni aus dem Bergmehl von Santa Fiora in Toscana wieder herstellte (Pogg. Ann. 26. 505). Sie schwimmen wie Kork auf Wasser!

5. Hyalith Wr. wurde von Dr. Müller in den Höhlen basaltischer Gesteine der Umgegend von Frankfurt a. M. gefunden (Erlenbach) und daher lange Müller'sches Glas genannt, wegen seines glasartigen Aussehens. Er bildet sehr leicht erkennbare kleintraubige Ueberzüge, die man wegen ihrer Klarheit nicht zum Opal stellen würde, wenn Buchholz nicht 6,3 Ḣ darin gefunden hätte, Gew. 2,1. Im Basalt von Walsch in Böhmen, im Serpentin von Schlesien (Zobten, Jordansmühle), auch in den Laven von Ischia rc. findet er sich. Wahrscheinlich hat er einen ähnlichen Ursprung, wie der Kieselsinter mit perlartiger Oberfläche, die aber ganz matt weiß aussieht. An den heißen Quellen Islands. Kieselguhr nennt man die weißen oder die Eisenoxydrothgefärbten Massen von Reikianes in Südisland, welche noch Wellenschläge zeigen, wie der Karlsbader Sprudelstein. Kieseltuff sind dagegen die unregelmäßigen Kieselmassen, welche sich um die Mündung des Geyser, der ein 1850tel Kieselerde gelöst enthält, abgelagert haben, Moos, Blätter, Thierreste rc. einwickelnd.

Gefritteter und geschmolzener Quarz kommt auf mannigfache Weise vor. Im Tertiärgebirge von Paris, im Braunkohlengebirge Norddeutschlands rc. nehmen die Sandsteine oft ein Aussehen an, als wären die Quarzkörner zusammengeschmolzen. Wo der Basalt glühend heiß den Buntensandstein in Hessen (Wildenstein) durchbrach, hat er denselben nicht blos entfärbt und zu Säulen abgesondert, sondern förmlich angeschmolzen, wie die Gestellsteine im Hochofen. Das merkwürdigste jedoch sind die Blitzröhren, die sich im Quadersandstein auf der Sennerhaide

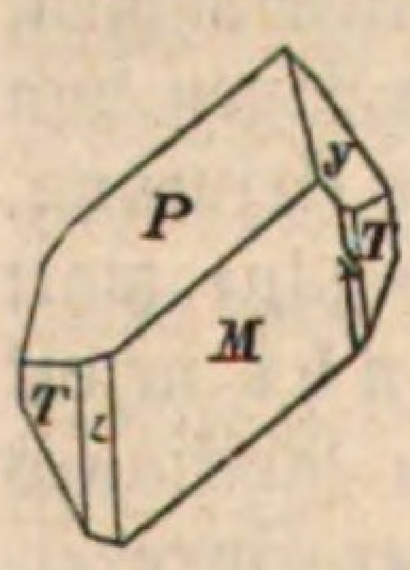
in Westphalen, bei Dresden, Blankenburg am Harz ꝛc. finden. Der einschlagende Blitz hat lange verzweigte Röhren gebildet, die außen rauh von anbackenden Sandkörnern, innen aber einen spiegelnden Glanz von einer ausgezeichneten Quarzfritte haben. Man kennt sie schon seit 1761 von Massel bei Breslau, Dr. Fiedler hat sie über 16 Fuß tief in die Erde verfolgt, Gilbert's Ann. 1822. Bd. 61. 301.

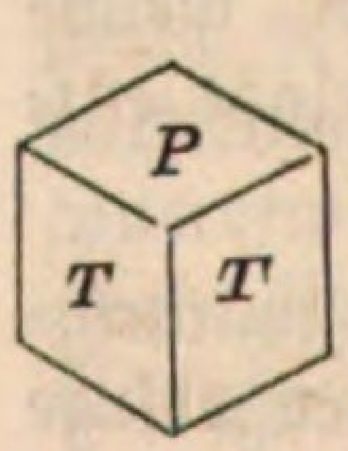
II. Feldspäthe.

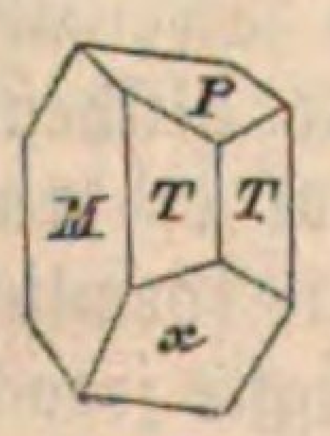
Der Feldspath gehört zwar zu den verbreitetsten Mineralen im Urgebirge, dennoch finden wir im Alterthum keinen Namen dafür. Agricola scheint ihn auf der letzten Seite seiner Werke unter Spatum saxum zu begreifen. Erst seit Denso 1750 in der Uebersetzung von Wallerius Mineral. pag. 87 wird der Name Feldspath gebräuchlich. Unter den Späthen der härteste, daher Spathum scintillans, die Härte leitete Linné von ein wenig Eisenbeimischung her. Während die andern Späthe auf Gängen im Gebirge versteckt liegen, findet sich dieser in allen Urgebirgsfelsen und auf deren Feldern. Seine Krystallisation hat zwar Hauy schon richtig erkannt, doch verdanken wir Hrn. Prof. Weiß in den Abh. der Berl. Akad. 1816, 1820, 1835 und 1838 eine Reihe von Abhandlungen, die uns mit den Fundamentalverhältnissen der Zonenlehre bekannt machen und die ganze Sache in dieser Beziehung zum Abschluß bringen. Nur rücksichtlich der Winkel und Zusammensetzung fand G. Rose 1823 (Gilb. Ann. 73. 173) Abweichungen, und Kupfer bewies 1828, daß auch der Adular schiefe Axen habe. (Pogg. Ann. 13. 209).

1. Feldspath.

Darunter versteht man vorzugsweise den Kalifeldspath, ein ausgezeichnetes 2 + 1gliedriges Krystallsystem, aber mit manchen Eigenthümlichkeiten. Der erste Blätterbruch P = a : c : ∞b macht mit dem etwas weniger deutlichen 2ten M = b : ∞a : ∞c 90° (daher auch Orthoklas genannt), das ist das wesentlichste Kennzeichen, P gibt sich häufig durch Sprünge und Neutonianische Farben zu erkennen. P gegen Axe c 63° 53′. Die geschobene Säule T = a : b : ∞c macht 118° 48′, M stumpft nicht blos ihre scharfe Kante gerade ab, sondern P ist auch gerade auf die stumpfe Kante aufgesetzt, denn P/T beträgt vorn links und rechts 112° 16′. Und doch hatte der scharfsinnige Hauy schon richtig erkannt, daß von den beiden Säulenflächen T die eine blättriger sei als die andere, man sieht es bei dem Amazonenstein vom Ural sehr deutlich, deßhalb nannte er die blättrigste von beiden T, die andere weniger blättrige l, wodurch jene einundeinkantige Primitivform P M T pag. 92 entstand. Doch da man sich nicht bei allen Feldspäthen von diesem Unterschiede überzeugen kann, so muß man wohl bei dem Weißischen Symmetriebilde stehen bleiben, was auch die strengsten Messungen fordern. Die hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b







dehnt sich zwar gern aus, ist aber gänzlich unblättrig, und macht die Winkel x zur Axe c = 65° 47′, x/T = 110° 40′, woraus nach pag. 60 folgt:

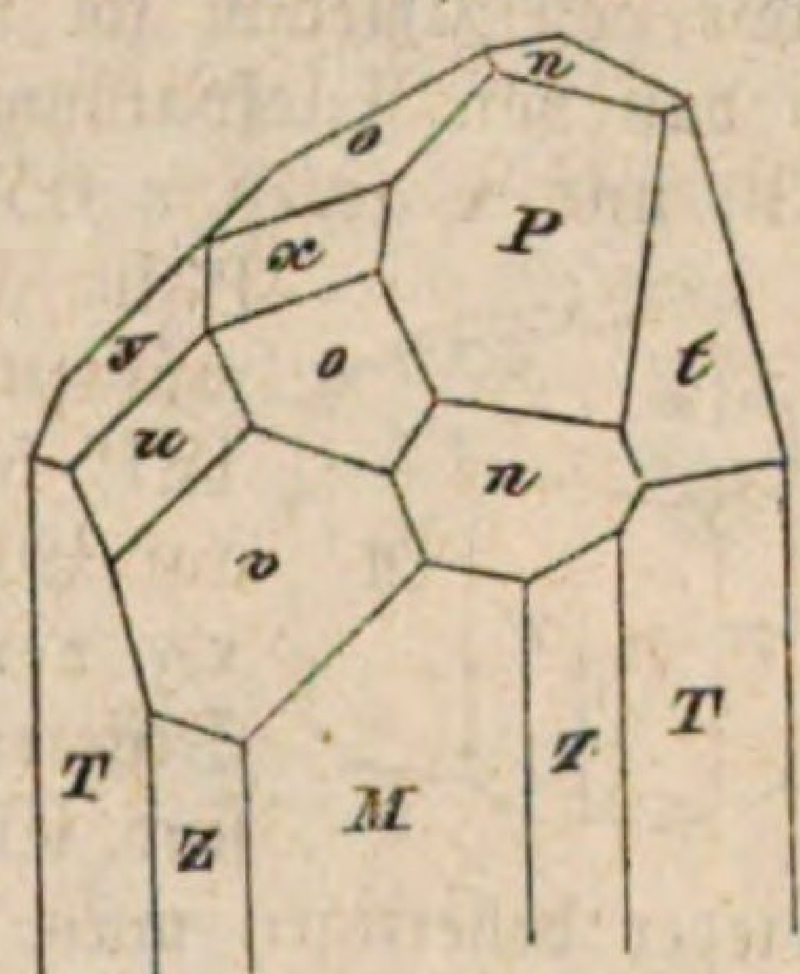
$$a : b : k = \sqrt{4{,}529} : \sqrt{12{,}949} : \sqrt{0{,}001878},$$

der Axenwinkel A/c = 91° 10′. Weiß nimmt k = o (folglich fällt A mit a zu rechtwinklichen Axen zusammen), T/T = 120° und P/T = P/x = 112°, woraus sich das schöne Axenverhältniß

$$a : b : c = \sqrt{13} : \sqrt{3 \cdot 13} : \sqrt{3}$$

fand, das zu so vielen interessanten Betrachtungen ihm Veranlassung gab.

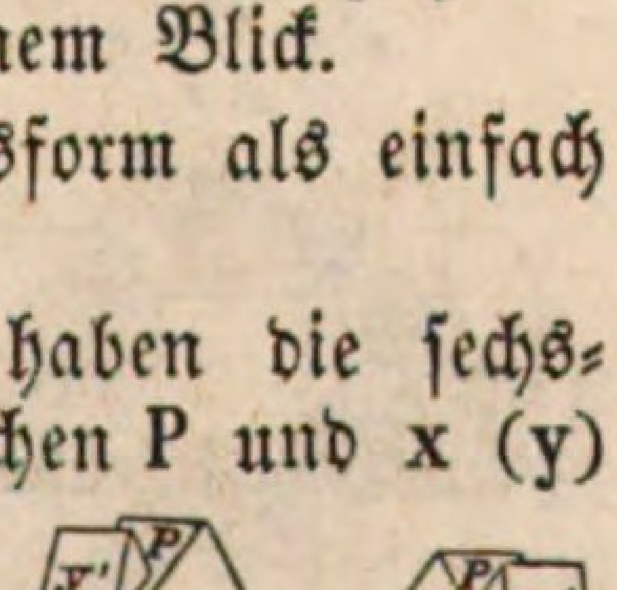
Aus den 5 Flächen P M T T x (Projectionsfigur pag. 42) wurden sodann alle deducirt: das hintere Augitpaar o = $a' : \frac{1}{2}b : c$ fällt in die Diagonalzone von x, d. h. in Kante M/x und in die erste Kantenzone P/T. Das vordere Augitpaar n = $a : c : \frac{1}{4}b$ liegt in der Diagonalzone von P und der Zone T/o. Diese für das System so wichtigen Flächen stumpfen nach Weißischer Annahme die rechtwinkliche Kante P/M gerade ab, machen also unter sich eine wirkliche quadratische Säule n/n. Nach den Kupfer'schen Messungen würde n/n über P 90° 6′ und P/n 135° 3′ betragen, eine höchst unbedeutende Abweichung.



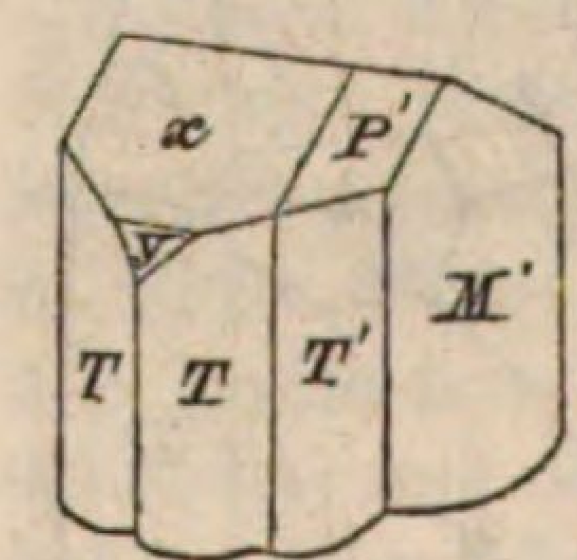
Die dreifach schärfere y = $\frac{1}{3}a' : c : \infty b$ fällt kreuzweis in die Zone T/o und bildet gewöhnlich ein fast rechtwinkliches Dreieck (89° 18′). Sehr häufig ist die Säule zehnseitig durch z = $a : \frac{1}{3}b : \infty c$, die Kante M/T und n/o abstumpfend, und zwar diejenigen n und o, welche der Kante M/T oben und unten anliegen. Diese so häufig erscheinende z ist immer matt und daran leicht zu erkennen. Viel seltener findet sich k = $a : \infty b : \infty c$, welche die stumpfe Säulenkante gerade abstumpft, und die zehnseitige Säule zwölfseitig macht. Beim Adular kommt sie schön vor. q = $3a' : c : \infty b$ findet man oft beim Adular, selten vorn t = $\frac{1}{5}a : c : \infty b$, hinten r = $\frac{3}{5}a' : c : \infty b$. Ein zu Px TT zugehöriges Paar g = $b : c : \infty a$ kommt zuweilen beim Adular vor, u = $\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c$ liegt in der Diagonalzone von y, darunter v = $\frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b : c$, m = $\frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b : c$ stumpft die vordere Kante P/T ab. Große Seltenheiten sind s = $a' : \frac{1}{6}b : c$ hinten, vorn i = $a : \frac{1}{12}b : c$, h = $a : \frac{3}{4}b : c$ und d = $\frac{1}{5}a : \frac{1}{8}b : c$. Beim Adular vom St. Gotthardt erwähnt sogar v. d. Borne eines Flächenpaares a : b : c, das wie das 2gliedrige Oktaeder auf die Säule T gerade aufgesetzt sein würde. Tragen wir diese Flächen in ein Projektionsbild pag. 42 ein, so zeigt sich die wunderbare Harmonie aller mit einem Blick.

Der Feldspath kommt übrigens häufiger in Zwillingsform als einfach vor, und zwar nach folgenden zwei Gesetzen.

1. Karlsbader Zwillinge: zwei Individuen haben die sechsseitige Säule TTM gemein und liegen mit ihren Endflächen P und x (y) umgekehrt, so daß das x des einen mit P im andern Individuum fast spiegelt. Es ist dadurch eine völlige zweigliedrige Ordnung in den Flächen eingetreten. Gewöhnlich legen sie sich mit dem 2ten Blätterbruch M an einander, und nach ihm werden auch die Säulen tafelartig zusammengedrückt. Da am Ende P/y = 99° 38′



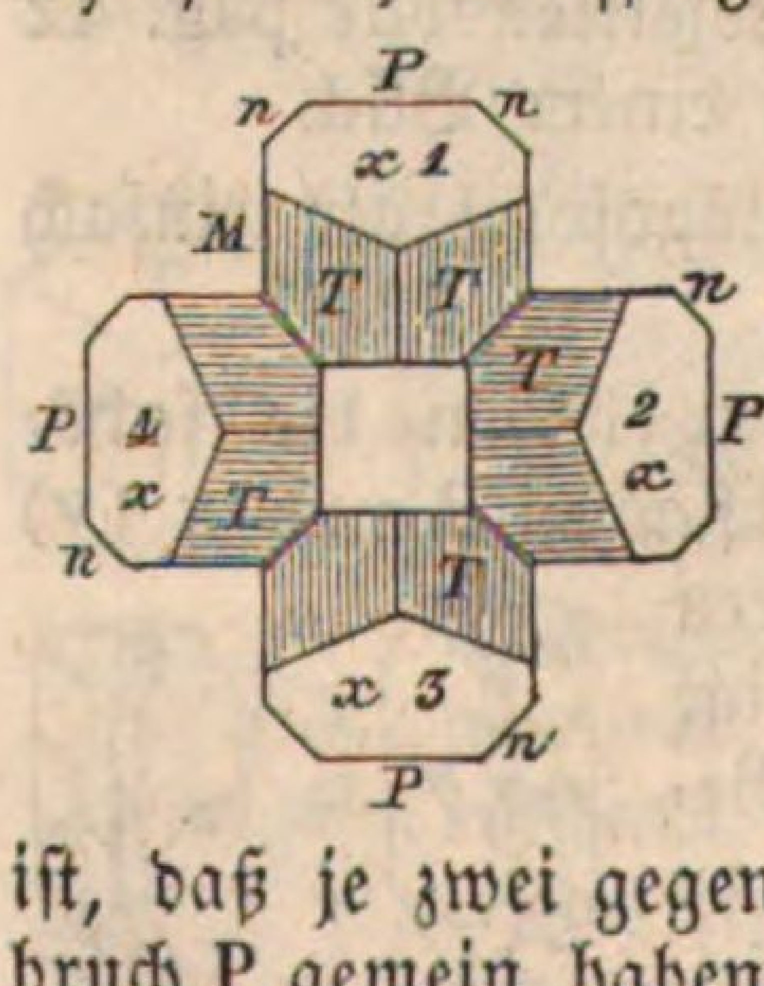
zu herrschen pflegt, so bringt dieser Kopf des einen durch den Blätterbruch des andern durch, doch so, daß entweder auf der linken (linke) oder auf der rechten Seite (rechte Zwillinge) das P spiegelt. Die Sache wird besonders klar, wenn man die Zwillinge parallel von P quer durchschlägt. Diese Zwillinge sind in den porphyrischen Graniten aller Gegenden in Menge eingesprengt und kommen nie in Drusen vor. Wenn die Grundmasse verwittert, so fallen die Krystalle heraus und man kann sie in großer Menge auf den Feldern (Karlsbad und Elnbogen) zusammenlesen. Aehneln die Granite dem Porphyr, wie bei Neubau und Fichtelberg an der Südostseite des Ochsenkopfes im Fichtelgebirge, oder am Berge Four-Labroux in der Auvergne, so kann man sie nicht blos herausschlagen, sondern sie sind auch noch viel schärfer und schöner als im Granit. Auch der Trachyt, besonders vom Drachenfels am Rhein, Bonn gegenüber, liefert treffliche von glasigem Feldspath. Afterkrystalle mit Glimmer, sogar mit feinkörnigem Zinnstein und Quarz erfüllt kommen zu St. Agnes 2c. in Cornwall vor, die fahlfarbigen im verwitterten Porphyr von Ilmenau im Thüringer Wald haben fast genau die Hälfte $\dot{C}a\,\ddot{C}$, so daß von Feldspathmasse wenig zurückblieb. Wenn P gegen Axe c 63° 53′, und x gegen c 65° 47′ machen würde, so könnte x des einen mit



P′ im andern Individuum nicht einspiegeln, sondern beide müßten sich parallel der Axe b unter einem Winkel von 181° 54′ schneiden. Nun kommen aber bei St. Pietro auf Elba sehr glänzende schneeweiße Zwillinge mit T M P x y vor, an denen x mit P′ einspiegelt, jedenfalls eine Differenz von 1° 54° anzunehmen nicht erlaubt. Das sind Einwürfe, die man bei scharfen Messungen immer wieder beherzigen muß.

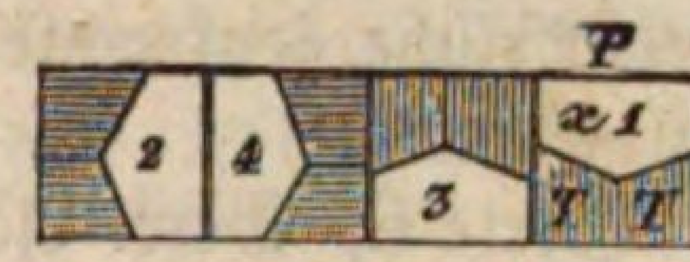
Wenn an den einfachen Krystallen P und M zu einer langen Oblongsäule sich ausdehnen, so pflegen sie einfach zu sein, obgleich sie in denselben Felsen sowohl im Porphyr als auch Granit und Trachyt neben obigen Zwillingen sich eingesprengt findet. Das ist eine sehr auffallende Thatsache. Wenn dagegen diese Oblongsäulen in Drusenräumen vorkommen, so bilden sie

2. Bavenoer Zwillinge, nie eingesprengt, sondern stets in Drusen, besonders schön zu Baveno am Südende des Lago Maggiore und beim Adular der Alpen. Diese Zwillinge haben n gemein und liegen umgekehrt, d. h. es spiegelt die fast quadratische Säule n/n bei beiden ein,



nur legt der eine sein P hin, wo der andere sein M hat. Die Individuen 1 und 2 sind dann im Azimuth der Gradendfläche von der quadratischen Säule n/n um 90° gegen einander verdreht. Sie fordern zu ihrer Vollständigkeit noch zwei andere 3 und 4, welche den ganzen Kreis zu einer vollkommen viergliedrigen Ordnung schließen (Weiß Abhandl. Berl. Akad. 1835). Von diesem Vierlinge stehen immer je zwei anliegende in Zwillingsstellung, Folge davon ist, daß je zwei gegenüberstehende (1 und 3, 2 und 4) den ersten Blätterbruch P gemein haben und umgekehrt liegen. Einige nehmen dieß als ein drittes Zwillingsgesetz. Im Vierlinge legen daher immer je zwei In-

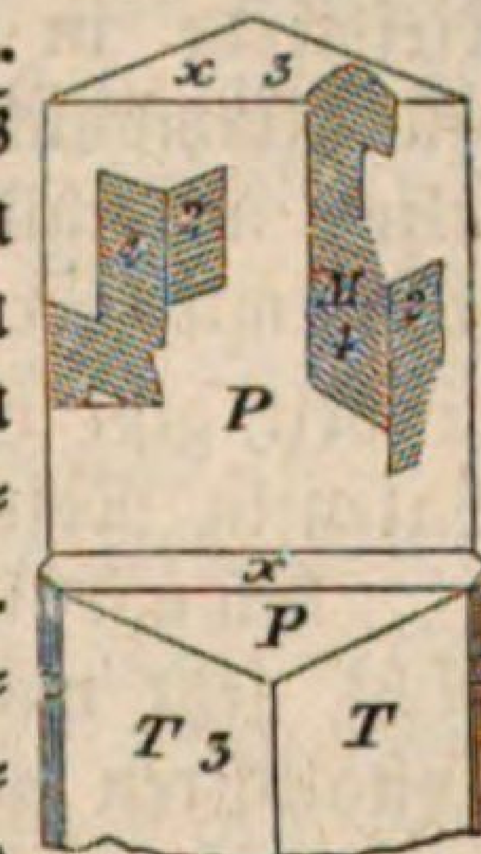
dividuen ihr M wie die andern zwei ihr P haben, und wenn das erste seine Säulenkante T/T nach Nord richtet, so das 2te nach West, das 3te nach Süd und das 4te nach Ost. Man kann diese Individuen nun durcheinanderschieben, wie man will, wenn sie nur mit sich parallel bewegt werden, so bleibt es der unveränderte Vierling. Ja unter den Adularvierlingen am St. Gotthardt kommt nicht selten ein ganzes Gewirr von Individuen vor, aber man darf nur eines davon nach der Himmelsgegend orientiren, so ergeben sich die andern sogleich von selbst: mehr als ein Vierling kann es unmöglich werden.

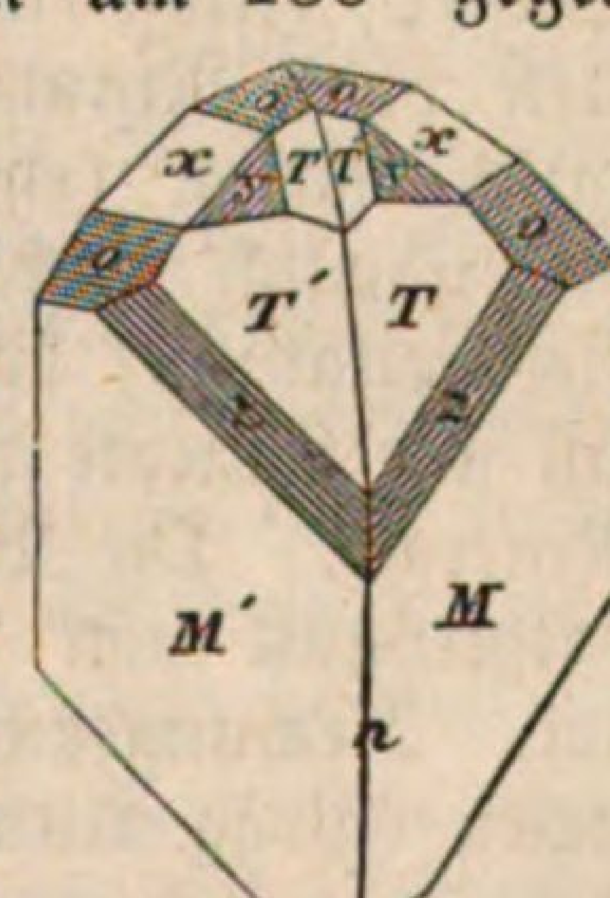




Daß die Ordnung viergliedrig sei, sieht man leicht ein. Denn n/n geben die erste, und P mit M die 2te quadratische Säule, alle übrigen im 2 + 1 gliedrigen System ein Mal auftretenden Flächen (y, x, k ꝛc.) bilden ein Quadratoktaeder, und alle Paare (T, o, n ꝛc.) Vierundvierkantner.

Die Ausdehnung der Flächen ist freilich so verschiedenartig, daß der Feldspath dadurch zu einem der lehrreichsten Systeme wird. So zeigt z. B. beistehender Adular in seinem Hauptumriß das Individuum 3 mit P T M x z, allein an allen Seiten und in unserer Figur auch auf P brechen die grau gestreiften M des 2ten und 4ten Individuums heraus, die vollkommen mit P einspiegeln, und sich untereinander mit ihrem P begränzen, das senkrecht gegen P des Individuums 3 steht. Das 1ste Individuum pflegt man auf der Fläche der quadratischen Säule nicht wahrzunehmen. Wenn blos zwei Individuen zum Zwilling an einandertreten, wie das bei Baveno und in den Alpen so häufig der Fall ist, so pflegt eine der n sich stark auszudehnen: man stellt die Sache so dar, als wenn ein Krystall diagonal der Oblongsäule PM durchgeschnitten und beide Hälften um 180° gegen einander verdreht wären, obgleich auch hier die Natur freier und erfinderischer in ihren Formen sich zeigt als die Kunst. Bei Baveno erscheint P wie gewaschen, M dagegen mit Chlorit beschmutzt. Mit Chlorit bedeckt sind ferner T, z, o, die hintere Gegenfläche x erscheint dagegen auch schmuck. Häufig orientirt der Albit, der sich nur auf die Flächen z T M lagert, und zwar immer parallel den Säulenkanten. Afterkrystalle mit feinkörnigem Glimmer erfüllt finden sich im grünen Busch im Hirschberger Thal (Pogg. Ann. 80. 122), der Glimmer soll sich hier auf nassem Wege gebildet haben.





Optisch spielt der Feldspath keine Rolle: die optischen Axen liegen nach Miller in der Ebene des ersten Blätterbruchs P, machen mit Axe b einen Winkel von 57°, und da der Rhombus auf P zwischen den Kanten P/T und P/T 113° 16′ macht, so würden die Perpendikel vom Mittelpunkt auf die Kante P/T gefällt fast genau den optischen Axen entsprechen. Sehr bemerkenswerth ist ein innerer

Lichtschein von bläulicher Farbe. Derselbe wird auf der Gradendfläche der Oblongsäule von P und M sichtbar, wenn man sich daher Würfel

mit den Flächen P und M schleift, so ist die dritte gegen jene beiden Blätterbrüche senkrechte Würfelfläche für die Beobachtung der Farbe am günstigsten.

Härte 6, Gew. 2,58, aber durch Verwitterung leichter werdend, weil sie Stoffe verlieren und statt dessen Wasser aufnehmen. Trübe Farbe bis farblos. Glasglanz, auf dem ersten Blätterbruch aber Perlmutterglanz und viele Newtonianische Farben.

$\dot{K}\,\ddot{Si} + \ddot{Al}\,\ddot{Si}^3$ mit etwa 16,6 $\dot{K}$; 18,1 $\ddot{Al}$ und 65,2 $\ddot{Si}$, doch ist ein Theil des Kali durch Natron oder Kalkerde ersetzt. Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer zu einem blasigen Glase, und gibt mit Kobaldsolution blaue Kanten an den Proben. In Soda lösen die gebildeten Silicate den Ueberschuß der Thonerde. Das Kali färbt (wenn kein Natron zugegen ist) die innere Löthrohrflamme violet, in Folge einer Reduction und Wiederoxydation des gebildeten Kaliums. Löst man im Boraxglase Nickeloxyd und setzt Kalifeldspath zu, so wird die Perle blaulich, bei Natronfeldspath behält sie ihre braune Farbe. Man schließt ihn mit $\dot{K}\,\ddot{C}$ oder $\dot{Ba}\,\ddot{C}$ auf. Der Fluß löst sich in Salzsäure, indem sich die Kieselerde in Gallertform ausscheidet. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit fällt Ammoniak Thonerdehydrat, das bei Gegenwart von Kali- und Natronsalzen im Fällungsmittel ganz unlöslich ist. Etwas Kieselerde fällt zugleich mit der Thonerde. Die Flüssigkeit mit oxalsaurem Ammoniak behandelt gibt häufig etwas $\dot{Ca}\,\dddot{G}$. Das Uebrige ist Kali- und Natronsalz. Valentin Rose wies zuerst das Kali im Feldspath nach.

Künstlicher Feldspath. Einfache $\dot{Ca}\,\ddot{Si}$ oder $\dot{Fe}\,\ddot{Si}$ krystallisiren leicht, setzt man aber Kalisilikat hinzu, so verlieren sie die Eigenschaft zu krystallisiren gänzlich, Thonerdesilicat vermindert diese noch mehr, man bekommt nur ein Glas, das andere Silicate im Ueberschuß löst. Ja Silicate von Kali und Thonerde sind so zähflüssig, daß beim Erkalten weder die Masse noch der darin gelöste Körper krystallisirt. Daher glaubte auch Werner, Feldspath könne nur auf nassem Wege entstanden sein. Doch hatte schon Reaumur 1739 gefunden, daß Glas langsam erkaltet krystallinisch werde (entglase) und steinartige Eigenschaften bekomme: es wird nämlich 1) schwerer schmelzbar; 2) härter; 3) schwerer; 4) Leiter der Elektricität; 5) bildet es mit Säure eine Gallerte. Hall hat dargethan, daß alle Silicate geschmolzen Gläser geben, langsam erkaltet aber wieder Minerale. Die Verschiedenheit des Gewichtes ist so groß, daß ein Feldspathkrystall von 2,55 Gew. als Glas nur 1,92, also 0,63 Differenz gibt. Demungeachtet wollte es Mitscherlich nach den umfassendsten Versuchen (Pogg. Ann. 33. 340) nicht gelingen, Krystalle aus dem Feldspathglase zu bekommen. Endlich fand Hr. Heine 1834 beim Ausblasen eines Kupferrohofens zu Sangerhausen auf Ofenbruch von schwarzer Blende kleine glasige farblose bis amethystblaue Krystalle von mehreren Linien Größe. Sie bilden sehr deutliche sechsseitige Säulen TTM, an welchen der erste Blätterbruch P allein herrscht. Beide Blätterbrüche P und M, auch Zwillinge, die P gemein haben, lassen sich erkennen. Die Analyse wies Kieselerde, Thonerde und Kali nach. Hausmann Hdb. Miner. 631 führt ein zweites Vorkommen aus dem Eisenhochofen zu Josephshütte bei Stolberg auf dem Unterharz an, so daß an einer Bildung auf heißem Wege kaum gezweifelt werden kann.

Verwitterung findet beim Feldspath leicht statt, er entfärbt sich, wird matt, weich, leicht, und zerfällt endlich zu Porzellanerde, die in ihrem reinsten Zustande ein schneeweißes mehlartiges Pulver bildet von $\ddot{A}l^3 \ddot{S}i^4 + 6 \dot{H}$. Würde man statt des Wassers $\dot{K}^3 \ddot{S}i^8$ setzen, so hätte man wieder $3 \dot{K} + 3\ddot{A}l + 12 \ddot{S}i$ = 3 Feldspath, daher scheint das Wasser blos das lösliche Kalisilicat auszulaugen: Seilitz bei Meissen, Aue bei Schneeberg, Morl und Trotha bei Halle, St. Yrieux bei Limoges.

A. **Frischer Feldspath**, hat nicht das Rauhe des Glasigen, trübe Farben, ein frischfeuchtes Aussehen. Bildet im Urgebirge die Hauptmasse der Granite, Gneuse und rothen Porphyre. Auf Klüften schießt er nicht selten zu riesigen Krystallen an.

1. Adular. Pater Pini in Mailand entdeckte ihn auf der Stella am St. Gotthardt (Bergm. Journal 1790. III. 1. pag. 269), den er fälschlich für den Mons Adula gehalten haben soll. Es ist der klarste unter allen, der in prachtvollen Zwillingen, Drillingen und Vierlingen in Begleitung von Bergkrystallen bricht. Oft sind die Flächen z und M mit Chlorit bedeckt, matt ist namentlich z immer. Ganz klare und meßbare Krystalle aber dennoch selten. Ein innerer bläulicher Lichtschein öfter bemerkbar, solche Stücke rundlich geschliffen kommen im Handel als Mondstein vor. Sie sollen von Ceylon in Geschieben schon den Alten bekannt gewesen sein, doch zeigt sich bei diesen nicht das innere bläuliche Licht, sondern überhaupt ein innerer Silberschein, im Gegensatz von dem Sonnenstein, dessen Farbenspiel zwischen gelb und roth fällt. Letztern glaubt Dr. Fiedler an der Selenga in Sibirien (Pogg. Ann. 46. 189) wieder entdeckt zu haben, Scheerer (Pogg. Ann. 64. 153) beschreibt darunter einen Oligoklas von Tvedestrand. Jedenfalls ist das blaue Licht bei den alpinischen Adularen senkrecht gegen die Quadratsäule n/n geschliffen eine prachtvolle Erscheinung, die uns aber nur bei einer Richtung überrascht, sonst gar nicht bemerkt wird.

2. Labradorisirender Feldspath kommt in ausgezeichneter Weise im Zirkonsienit von Friedrichswärn im südlichen Norwegen vor. Der Feldspath ist graulich, röthlich rc., der innere Farbenschein brennend grün und blau, ähnlich dem Labrador. Da beide Blätterbrüche P und M in hohem Grade ausgezeichnet sind, so kann man sich bei den kleinsten Bruchstücken leicht überzeugen, daß der Schein immer nur in einer ungefähr gegen die Blätterbrüche senkrechten Ebene liege. Es kann darnach kein Zweifel sein, daß er wesentlich durch die Krystallstruktur bedingt sei.

3. Amazonenstein fand sich zuerst in Geschieben vom Amazonenstrom in Brasilien, dann lernte man ihn an der Ostseite des Ilmensees bei Miask in ausgezeichneten Krystallen kennen. Er hat eine schöne spangrüne Farbe, die von einer zufälligen Spur von Kupferoxyd herrührt, was sich beim Schmelzen mit Soda auf Kohle reducirt. Pulverisirt man die Perle, so findet sich im Pulver eine kleine Kupferplatte. Der schönen Farbe wegen wird er in Katharinenburg vielfach verschliffen. Auffallend ist an ihm, daß eines der T entschieden blättriger ist, als das andere, trotzdem daß Dufrénoy fälschlich versichert (Trailé Minér. III. 337), es existire bei den Kalifeldspathen ein solcher Unterschied gar nicht. Freilich ist der Beweis des Gegentheils nicht so leicht, 2,8 p. C. $\dot{N}a$.

4. *Gemeiner Feldspath* mit allerlei trüben Farben, worunter hauptsächlich das Roth vorherrscht. Aber selbst bei diesen fleischrothen gewahrt man zuweilen einen Lichtschein, sofern sie nur einigermaßen Durchscheinenheit besitzen. Als ein Gemengtheil des Granites ist er außerordentlich verbreitet. Wird der Granit in Gängen oder andern Ausscheidungen grobkörnig, so wachsen die Feldspäthe nicht selten zu riesiger Größe an, so zu Rabenstein bei Bodenmais; die wohlausgebildeten Krystalle von Alabaschka bei Mursinsk erreichen über 1 Fuß im Durchmesser; bei Miask setzt die Flucht der Blätterbrüche P und M so regelmäßig und weit fort, daß ein ganzer Steinbruch in *einem einzigen Krystall* stehen soll. Zwillinge, welche die Säule MT gemein haben, finden sich im Granit vom mittlern Korn immer eingesprengt, dagegen bilden sich die mit gemeinsamer Säule n/n immer auf Drusenräumen aus. Baveno am Südende des Lago Maggiore, das Krötenloch bei Schwarzbach im Hirschberger Thal des Riesengebirges sind Hauptpunkte. Die Säulenflächen an beiden Orten mit glasklaren Albitkrystallen bedeckt, die wie aus der Feldspathmasse herausgeschwitzt erscheinen, und doch hatte der Hirschberger noch 5 p. C. Natron, der Bavenoer 1,25 $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}$ (G. Rose Pogg. Ann. 80. 124). Letzterm sieht man namentlich die Verwitterung an, er ist matt und leichter (Gew. 2,39) geworden. Der reine gemeine Feldspath, wo er in größern Mengen vorkommt, bildet einen Gegenstand des Bergbaues, besonders für die Glasur des Porzellans wichtig. Bei Siebenlehn in Sachsen sehr schön *blumigblättrig*.

B. **Glasiger Feldspath** (Sanidin) ist spröder und meist ungefärbt, man findet ihn nur in vulkanischen Gesteinen, und seine Uebereinstimmung mit dem künstlichen in Hochöfen gebildeten fällt auf. Der reinste ist Werner's *Eisspath*, der sich besonders schön mit kohlschwarzen Hornblend-Nadeln in körnigen Blöcken an der Somma des Vesuvs findet. Einzelne Krystalle in kleinen Drusenräumen haben wahrhafte Edelsteinklarheit, daher sieht die Masse auch schneeweiß aus. Am Lacher See sind die Auswürflinge zwar sehr deutlich, aber nicht so klar. Ihre Zusammensetzung stimmt mit den reinsten fast gänzlich natronfreien Adularabänderungen (G. Rose Pogg. Ann. 28. 147). Dagegen enthalten die großen im Trachyt von Drachenfels am Rhein eingesprengten Krystalle 8 $\dot{\mathrm{K}}$ und 4 $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}$, und trotzdem ist der Winkel der beiden Blätterbrüche ein rechter. G. Rose l. c. 151 hat sogar bei Eisspathen vom Vesuv, die mit schwarzem Augit und Glimmer nebst derben Nephelin brachen, 10,5 $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}$ auf 5,9 $\dot{\mathrm{K}}$ gefunden, und schlug dafür den Namen *Ryacolith* (ῥύαξ Lavastrom) vor, weil der Säulenwinkel T/T 119° 21′, also 32′ größer war als beim Adular, doch stehen die Blätterbrüche P und M noch auf einander senkrecht, und das scheint das entscheidende Moment zu sein. Zwar gaben die Analysen weniger Kieselerde, doch zweifelt G. Rose (Krystallochem. Mineralf. pag. 88) neuerlich selbst an der Richtigkeit dieser Angabe. Bei Duckweiler in der Eifel kommen späthige Stücke von vielen Pfund Schwere vor, solche könnte man leicht mit Adular verwechseln, doch zeigen sie niemals chloritischen Anflug.

Dichter Feldspath (Feldstein). Hat den splittrigen Bruch und das Aussehen eines ächten Hornsteins, pag. 177, allein er schmilzt an den Kanten, was der reine Quarz nicht thut. Durch Verwitterung erzeugt

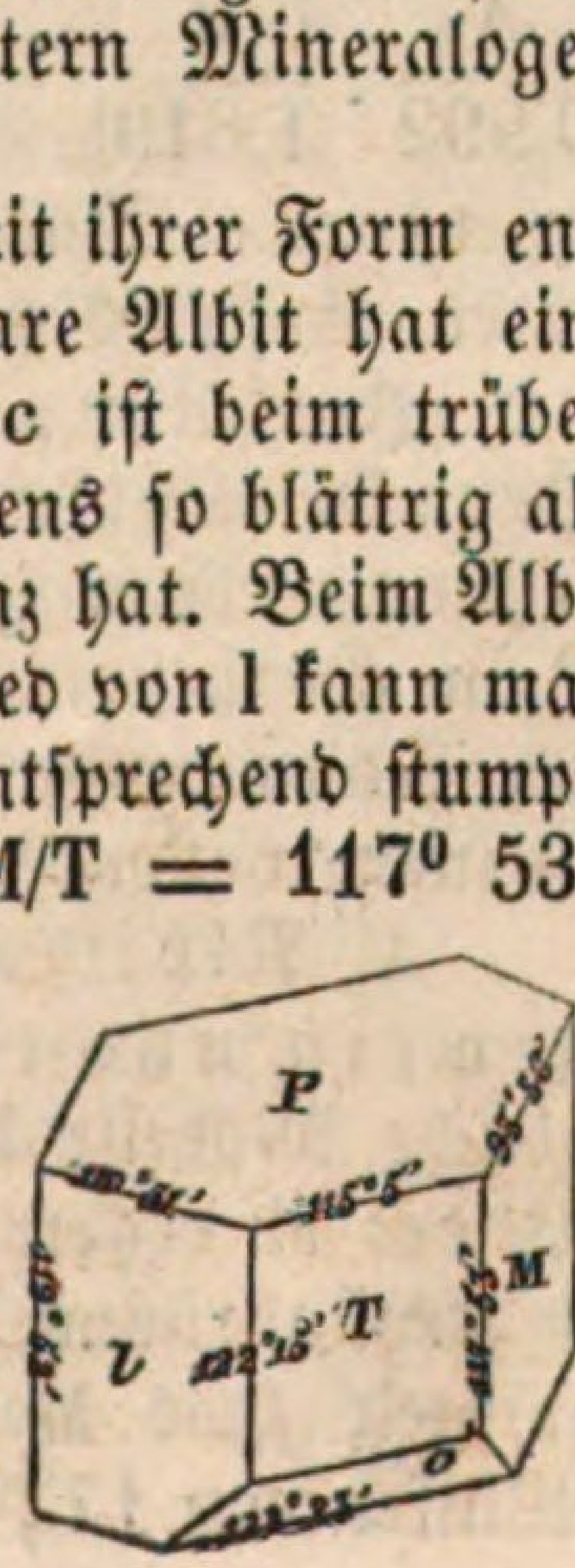
sich matter Thonstein. Die Analysen geben 70—80 p. C. und noch mehr Kieselerde an. Daher hat man vielleicht mit Recht den Feldstein nicht sowohl für einen dichten Feldspath, als vielmehr für einen dichten Granit gehalten, worin die freie Kieselerde den höhern Gehalt derselben erklären würde. Da nun Feldstein häufig die Grundmasse der rothen Porphyre bildet, so würden Feldstein, rothe Porphyre und Granit aus gleicher chemischer Substanz bestehen und nur durch ihre Structur sich von einander unterscheiden. In Schweden ist er unter dem Namen Hälleflinta bekannt, so kommt er ausgezeichnet neben den Magneteisensteinlagern von Dannemora 2c. vor.

Ebenso gleicht Obsidian einem geschmolzenen und schnell erkalteten Trachyt, wie wir am Ende des Werkes bei den Gläsern sehen werden.

2. Natronfeldspath.

Lange war nur ein solcher bekannt, den G. Rose nach der weißen Farbe Albit (Cleavelandit Brooke) nannte (Gilbert's Ann. 73. 186). Er hat ganz die Feldspathformel, nur Statt $\dot{K}$ enthält er $\dot{N}a$. 1824 machte Breithaupt den Periklin von Zöblitz bekannt, in welchem Ch. Gmelin 10 $\dot{N}a$ und 2,4 $\dot{K}a$ fand, und da er bald darauf auch so vortrefflich krystallisirt in den Alpen vorkam (Pogg. Ann. 8. 88), so war man über diese Mittelspecies zwischen Albit und Feldspath sehr erfreut. Mochten auch spätere Analysen das Kali für unwesentlich halten, so verdient er doch wegen seines so verschiedenen Aussehens immerhin neben dem Albit genannt zu werden. 1826 gesellte Breithaupt (Pogg. Ann. 8. 238) den Oligoklas von Arendal hinzu, den Berzelius schon vorher aus dem Granit von Stockholm als Natronspodumen untersucht hatte, und der einige Procent Kieselerde weniger gab als Albit. Uebergehen wir außerdem die vielen kleinlichen Unterscheidungen, welche man versucht hat, so ist vielleicht noch Abich's Andesin (Pogg. Ann. 51. 125) zu erwähnen, in den Trachyten (Buch's Andesit) der Anden in Amerika die Hauptrolle spielend, und zu der glasigen Abänderung gehörend. Uebrigens ist es sehr merkwürdig, daß alle diese theilweis schon von ältern Mineralogen ausgezeichneten Minerale dem

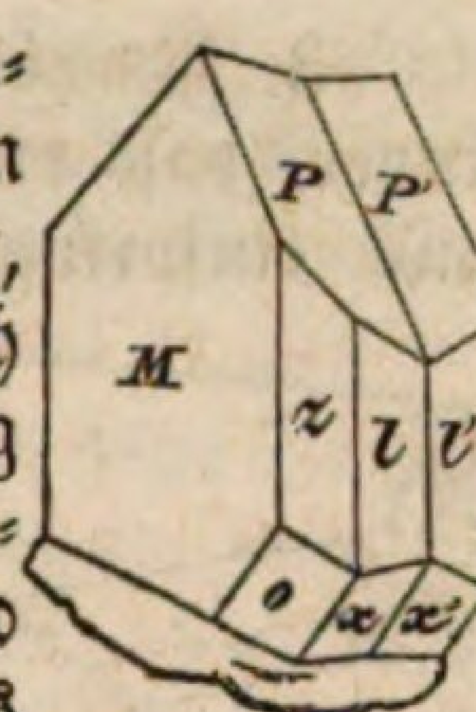
1 + 1gliedrigen System angehören, aber mit ihrer Form entschieden dem Feldspath analog bleiben. Der gut meßbare Albit hat eine rhomboidische Säule T/l = 122° 15′, T = a : b : ∞c ist beim trüben Periklin nach seinem Perlmutterglanz zu schließen mindestens so blättrig als M = b : ∞a : ∞c, während l = a : b′ : ∞c blos Glasglanz hat. Beim Albit hat zwar T nicht den Perlmutterglanz, aber einen Unterschied von l kann man auch nachweisen. Dieser Ungleichheit der Säulenflächen entsprechend stumpft nun M die scharfe Säulenkante ungleich ab, indem M/T = 117° 53′, und M/l = 119° 52′ beträgt. Der erste Blätterbruch P = a : c : ∞b ist doppelt schief, P/T = 115° 5′ und P/l = 110° 51′, folglich stehen auch die beiden Blätterbrüche P/M = 93° 36′ nicht mehr auf einander senkrecht, worin das wesentlichste Kennzeichen besteht. Will man diese Winkel auf ein Modell eintragen, so muß man sie so schreiben, daß die stumpfere Endkante P/T



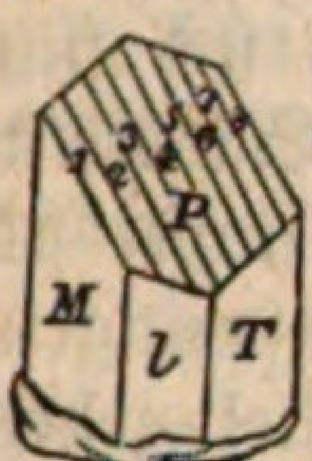
an die stumpfe Kante P/M stößt, wie in nebenstehender Figur. Schon Breithaupt weist einen 4ten Blätterbruch $o' = a' : \frac{1}{2}b' : c$ nach und gründet darauf seinen Namen Tetartin PMTo' (sind blättrig), und allerdings läßt sich das bei etwas größern Krystallen, wie z. B. von Schmirn im Zillerthal, wo o' mindestens so blättrig ist als T, erkennen. Es liegen PTo' in einer Zone, so daß T den scharfen Winkel von P/o' $= 57^0\ 37'$ abstumpft. Hiermit ist auch die Streifung auf P erklärt, die schief darüber hingeht, stets der Kante P/T und nie der P/l parallel, da in letztern keine blättrige o' liegt. Wohl kommen öfter P/l parallel sehr eigenthümlich feine schwarze Furchen vor, die man aber nicht mit der Streifung verwechseln darf. Häufig stumpft $g' = b' : c : \infty a$ die Kante P/o' ab; $x = a' : c : \infty b$, $y = \frac{1}{3}a' : c : \infty b$, vorn $n' = a : \frac{1}{4}b' : c$, und von der zehnseitigen ist sowohl $z = a : b : \infty c$ als $z' = a : b' : \infty c$ vorhanden. Kurz wenn man die Flächen des Feldspaths kennt, so kann man auch diese eingliedrigen Krystalle leicht entziffern. Was die Rechnung betrifft, so verfährt man am besten nach der sphärischen Trigonometrie, nur findet hier der Uebelstand statt, daß man schrittweis triangulieren muß, und nicht jeden beliebigen Winkel sogleich finden kann. Wer dieß will, muß den Weg einschlagen, welchen ich (Beiträge zur rechnenden Krystallogr, Tübingen 1848. Universitätsprogramm pag. 21) ausgeführt habe. Man kann da ganz allgemein nach den Gesetzen der Zonenlehre sämmtliche Flächen auf rechtwinkliche Axen ($A = B = C = 1$), aber mit irrationalen Ausdrücken beziehen. Stricheln wir wie oben die Axe A hinten und die B links, so ist $P = \frac{A}{0,5} : \frac{B}{0,07}$; $T = \frac{A}{0,992} : \frac{B}{0,525} : \infty C$; $l = \frac{A}{0,992} : \frac{B'}{0,569} : \infty C$; $x = \frac{A'}{0,491} : \frac{B}{0,093}$; $y = \frac{A'}{1,483} : \frac{B}{0,115}$; $o = \frac{A'}{0,491} : \frac{B}{0,64}$; $o' = \frac{A'}{0,491} : \frac{B'}{0,454}$; $n = \frac{A}{0,5} : \frac{B}{1,165}$; $n' = \frac{A}{0,5} : \frac{B'}{1,023}$; $g' = \frac{A}{0,004} : \frac{B'}{0,191}$; $g = \frac{A}{0,004} : \frac{B}{0,37}$; $z' = \frac{A}{0,992} : \frac{B'}{1,663}$; $z = \frac{A}{0,992} : \frac{B}{1,619}$. Wir haben die Buchstaben A B C blos gesetzt, um zu orientiren. Das Rechnen geschieht nun mit der Winkelformel des regulären Systems pag. 55.

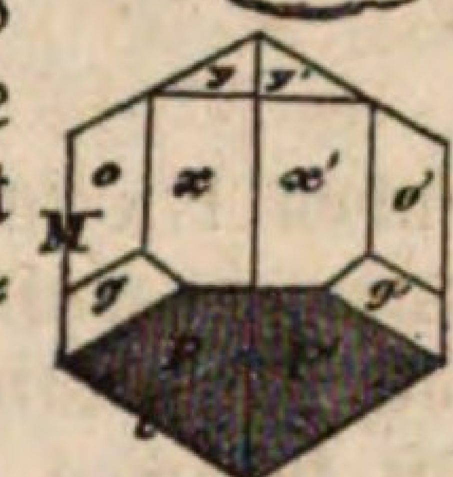
Zwillinge sind fast sämmtliche Krystalle. Wir danken darüber Hrn. Dr. Kayser (Pogg. Ann. 34. 109) eine scharfsinnige Auseinandersetzung. Man spricht dabei viel von den Diagonalen der Schiefendfläche P im Henhenoeder PTl: die lange entspricht der Axe b, die kurze dagegen der Naumann'schen Axe a, die wir α oder kurzweg schiefe Diagonale nennen wollen, sie geht der Kante P/M parallel.

1. Albitzwilling. Zwei Individuen haben M (c und α) gemein und liegen umgekehrt. Zu dem Ende mache man sich zwei gleiche Modelle PTlM aus Holz. Daran bildet M ein Parallelogramm. Beider M decken sich dann auf zweierlei Weise: ein Mal spiegeln alle 4 Krystallräume, die Individuen liegen also parallel; das andere Mal spiegelt blos M ein und P/P' machen einen aus- oder einspringenden Winkel von $172^0\ 48' = 2 \cdot 86^0\ 24'$. Eine Folge davon ist, daß in den



Zwillingsindividuen die Axe c und schiefe Diagonale α einander parallel gehen. Derselbe Zweck wird erreicht, wenn man ein Individuum in der Mitte parallel M durchsägt, und die Hälften um 180° gegen einander verdreht. Durch den Zwilling ist jetzt eine höhere 2 + 1gliedrige Ordnung hingestellt. Beim Oligoklas setzen sich ganze Reihen von Individuen (8) aneinander, woran je die P aller geraden und und aller ungeraden mit einander einspiegeln. Es wird das durch Streifungen auf P angedeutet, die der schiefen Diagonale α parallel gehen, aber oft so fein sind, daß sie nur der höchsten Aufmerksamkeit nicht entgehen.

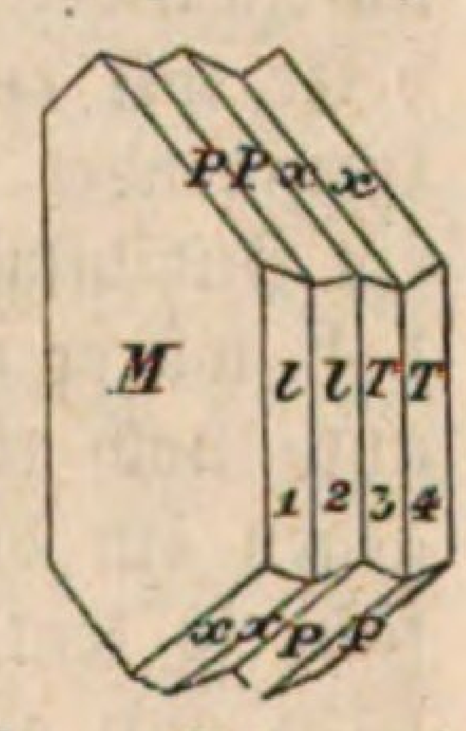




2. Albit analog dem Karlsbader Zwillingsgesetz: Die Individuen haben die Säule MTl gemein, und liegen umgekehrt, d. h. der eine hat seinen Blätterbruch P hinten, der andere vorn. Liegen die Individuen wie gewöhnlich mit M aneinander, so kreuzen sich entweder die stumpfen Winkel P/M (rechte, weil der Blätterbruch P rechts liegt), oder die scharfen, linke. Also ganz die Abtheilungen wie beim Feldspath. Man kommt zu der Stellung, wenn man den einen um die Axe c (Säulenkante) 180° dreht.

Kayser macht noch auf einen zweiten Fall aufmerksam: sie drehen sich 180° um eine Linie, die im M senkrecht auf Axe c steht, dann hätten die Individuen nur M aus der Säule gemein (c parallel und α gekreuzt), die andern Säulenflächen T und l würden widersinnig liegen und nicht einspiegeln, auch würden sich die ungleichnamigen Kanten P/M in M kreuzen. Die Streifung P/T scheint zu beweisen, daß dieß beim einfachen Zwilling nicht vorkommt.

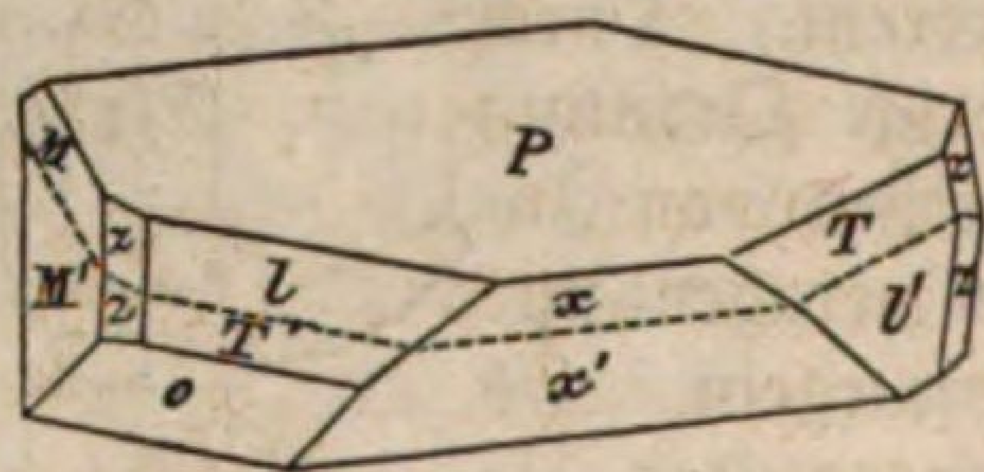
Vierling. Oft sind solche Zwillingsindividuen schon Zwillinge nach dem ersten Gesetz. Man kann die Sache einfach so ansehen, daß sich an dem Karlsbader Albitzwilling (2 und 3) jederseits noch ein Individuum (1 und 4) nach dem gewöhnlichen Albitgesetz angelagert habe. Statt P haben wir dann an einem Ende einspringende, am andern ausspringende Winkel. Wie die Individuen 2 und 3, so haben auch 1 und 4 die Säule MTl gemein, und nur die Enden liegen umgekehrt. Folge davon ist, daß Individuum 1 • 3 und 2 • 4 ihre Säulen widersinnig legen, wenn dann aber z. B. zwischen 1 und 3 das zwischenliegende 2 verschwindend klein werden würde, welche Art Drillinge allerdings vorkommen, so würde das obigen 2ten Fall Kaysers vom Karlsbader Albit-Zwillingsgesetz geben.



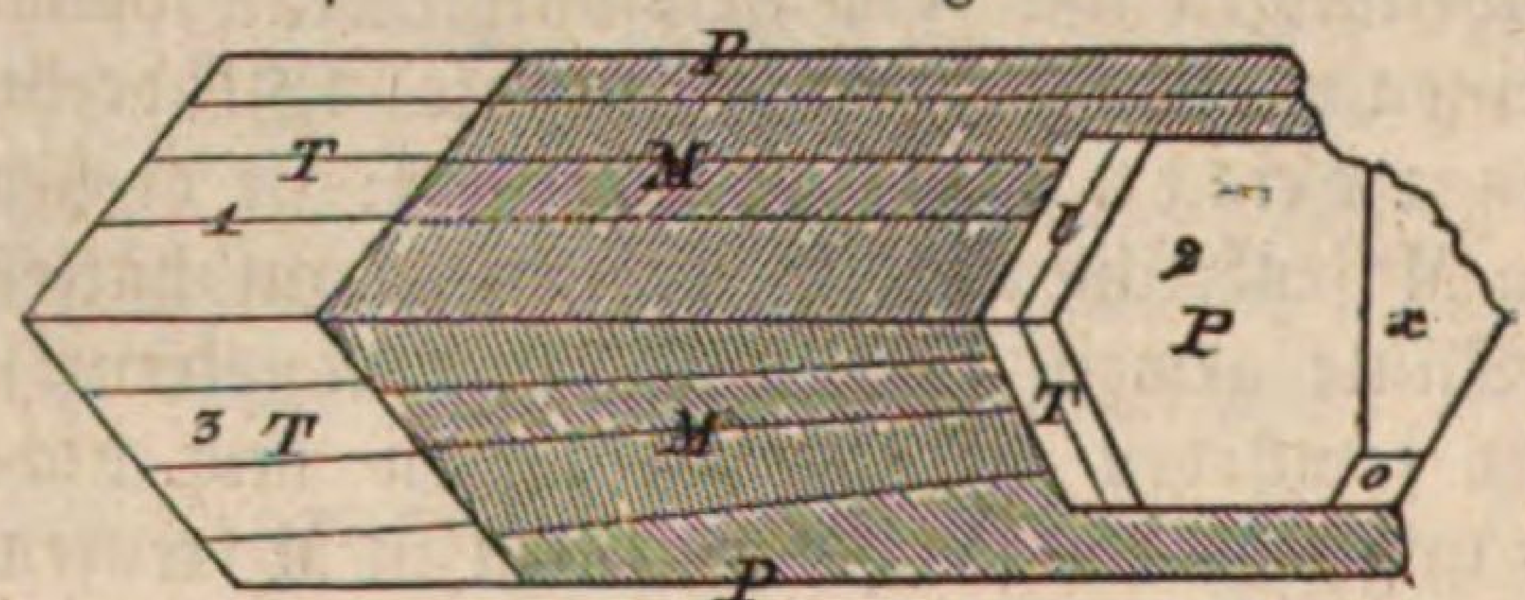
Es kommt z. B. bei Schmirner Vierlingen sehr schön vor, daß die Individuen 1 • 3 und 2 • 4 ihre Säulen gemein haben, dann liegen in den Säulen vorn alle T und hinten alle l, und die beiden Individuen 1 und 2 haben oben vorn ihren ausspringenden Winkel P/P, 3 und 4 aber hinten ihren einspringenden. Auf diese Weise ist die zweigliedrige Ordnung am vollkommensten erreicht, indem auch beide Enden des Vierlings gleich sind, und sich nicht ein Mal durch Ausspringen und Einspringen mehr unterscheiden.



3. Periklinzwilling: die Individuen legen sich mit P so aneinander, daß die schiefe Diagonale α beiden gemein ist, und auf M aus- und einspringende Winkel entstehen. Die Säulenflächen liegen dabei widersinnig. Mathematisch kommt man dazu, wenn man ein Individuum 180° um eine Linie dreht, die in P senkrecht auf α steht. Der Periklin kommt dem Albit entgegen immer in so kurzen Säulen vor, daß sich statt der stumpfen Säulenkante T/l die Schiefendflächen P/x in einer scharfen horizontalen Kante schneiden. Es findet sich kaum ein einfacher Krystall, sondern alle zeigen M aus- oder einspringend nach Querlinien geknickt, die ungefähr der Kante P/M = α parallel gehen. Oft klemmen sich blos Zwillingsstücke ein, so daß auch hier wieder eine Reihenentwicklung Statt findet, worin alle geraden und ungeraden Zahlen einander parallel gehen. Daß bei so eingeklemmten Stücken die Säulenflächen widersinnig liegen, kann man deutlich beobachten, da T sehr blättrig ist.



4. Periklin analog dem Bavenoer Zwillingsgesetze. Zu Pfunders in Tyrol kommen weiße Krystalle von ½ Fuß Länge mit Chlorit bedeckt vor, dieselben zeigen viele Knicke und Streifen, was entschieden auf Zwillingsbildung deutet. Solche Zwillinge legen sich nun zu zwei mit ihrem P aneinander und so gegenüber, wie die Individuen 1 und 3 beim Bavenoer Gesetz. Es scheint P beiden so gemein zu sein, daß sowohl b als α aufeinander fallen, es müssen daher in ihrer umgekehrten Lage T und l beide mit einander correspondiren. Dann entsteht auf M hüben ein ausspringender und drüben ein einspringender Winkel. Man drehe also blos ein Individuum auf P um 180°. Würden T und l nicht correspondiren, d. h. würde man ein Individuum 180° um α drehen, so gäbe es auf M weder aus- noch einspringende Winkel, was nicht der Fall. Nun legt sich dagegen ein dritter Zwilling (2), welcher seinen ersten Blätterbruch ungefähr so legt, wie die beiden ersten (1 und 3) ihren 2ten hatten. Wenn dazu nun ein 4tes käme, so wäre der Achtling geschlossen. Die Krystalle sind durch den Chlorit zu undeutlich, als daß man ihre Lage genau ermitteln könnte. Auch sind im Ganzen derartige Untersuchungen so minutiös, daß von einer mathematischen Sicherheit überhaupt nicht die Rede sein kann. Aber aus der ganzen Gruppirung geht hervor, daß hier durch den Achtling eine vollkommene viergliedrige Ordnung hergestellt ist.



Hauptvarietäten sind etwa:

a) **Albit** mit obigen Winkeln, Härte 6, Gew. 2,63. Von großer Klarheit mit Bergkrystall am St. Gotthardt, in der Dauphinée, im Zillerthal ꝛc. Aus dem Feldspath von Hirschberg, Baveno, Mähren ꝛc. schwitzt er krystallinisch heraus. Eingesprengt findet er sich in den Graniten mitten zwischen Kalifeldspath, dieser hat dann auch eine trübe Farbe, so z. B. im Bavenoer Granit, nimmt auch fleischrothe Farbe an, wie in

Sachsen. Es ist in solchen Fällen aber um die mineralogische Unterscheidung eine mißliche Sache. $\dot{N}a\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^3$, schwer schmelzbar wie Feldspath, färbt aber die Flamme gelb, das Gelb eines ruhig brennenden Kerzenlichtes. 69,3 $\dddot{S}i$, 19,1 $\dddot{A}l$, 11,6 $\dot{N}a$.

b) **Periklin** in den Alpen leicht durch seine Farbe und seine constante eigenthümliche Krystallisation vom Albit zu unterscheiden, wenn man auch auf die kleinen Winkelunterschiede ($T/l = 120^0\ 37'$, $P/M = 86^0\ 41'$) gar kein Gewicht legen will. Der Kaligehalt von 2,5 p. C. kann freilich nichts beweisen, da man heute weiß, wie leicht sich Natron und Kali austauschen.

c) **Oligoklas** (ὀλίγος wenig), weil Breithaupt T und o weniger blättrig als beim Albit fand. In Norwegen und Schweden kommt er in weißen großblättrigen Parthien vor, welche auf P eine große Menge Zwillingsstreifen zeigen. Er steht übrigens dem Albit so nahe, daß man ihn mineralogisch kaum trennen kann, daher wurde er auch lange nach Breithaupts Bestimmung immer noch für Albit angesprochen. Doch ist er etwas kieselerdeärmer und kalkreicher als Albit, vielleicht auch etwas schwerer 2,68 Gew., und jedenfalls etwas schmelzbarer. Scheerer fand im Sonnenstein von Tvedestrand 61,3 $\dddot{S}i$, 23,8 $\dddot{A}l$, 4,8 $\dot{C}a$, 8,5 $\dot{N}a$, 1,3 $\dot{K}a$, darnach $(\dot{N}a, \dot{C}a)\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^2$. So daß die Formel im 2ten Gliede abweicht. Im Granite vom Riesengebirge soll er ganz gewöhnlich sein (Pogg. Ann. 56. 617), besonders auch in dem zum Bauen viel verwendeten Granit von Finnland, Rapakivi genannt, der bekannte grüne antike Porphyr (Lapis Lacedaemonius) enthält ihn. Jedenfalls begeht man aber keinen bedeutenden Fehler, wenn man solche Minerale noch zum Albit stellt.

d) **Andesin** nannte Abich den glasigen Albit aus den Trachyten der Anden, die L. v. Buch mit so vielem Nachdruck als ein besonderes Gestein (Andesit) von unsern europäischen Trachyten, die nur glasigen Feldspath enthielten, geschieden wissen wollte (Pogg. Ann. 37 189). Allein auch dieser Albit wurde heutiges Tages ein Pseudo-Albit von der Formel $(\dot{N}a, \dot{C}a)^3\,\dddot{S}i^2 + 3\,\dddot{A}l\,\dddot{S}i^2$ mit 59,6 $\dddot{S}i$, 24,3 $\dddot{A}l$, 1,6 $\dddot{F}e$, 5,8 $\dot{C}a$, 1,1 $\dot{M}g$, 1,1 $\dot{K}$, 6,5 $\dot{N}a$. Mineralogisch hielt man ihn früher allgemein für ächten Albit. Andere Chemiker haben darüber wieder anders geurtheilt, und allerdings kann bei so verwandten Dingen die Analyse allein kaum entscheiden.

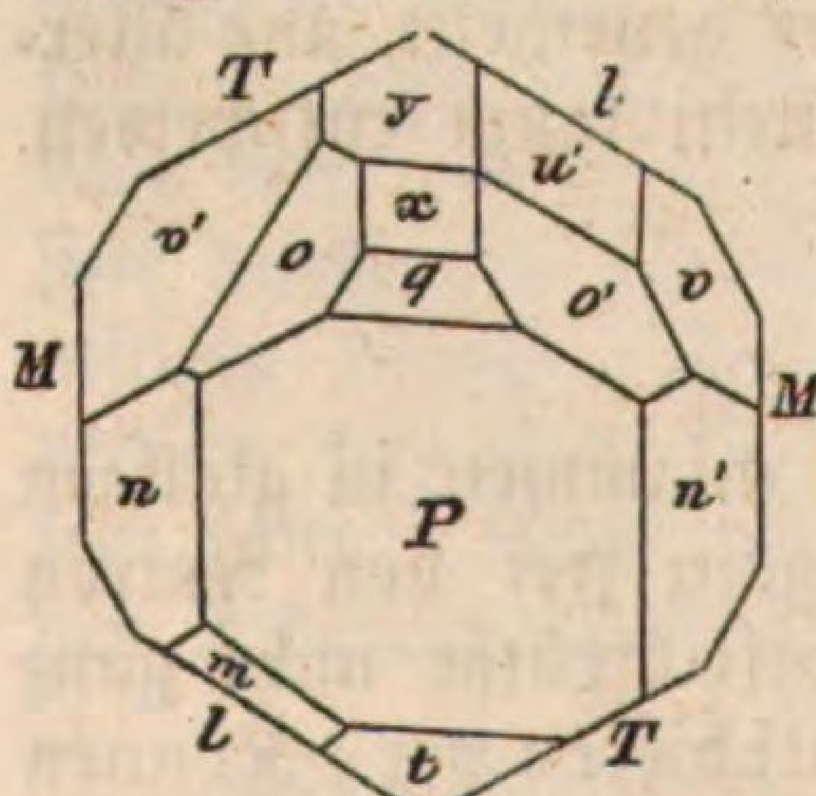
3. Kalkfeldspäthe.

Die Kieselerdeärmsten kommen meist mit Augit zusammen in glasigen wie frischen Gesteinen vor. Zwar sind sie nicht ganz frei von Natron und Kali, wie umgekehrt auch die Kali- und Natronfeldspäthe nicht ganz der Kalkerde entbehrten, allein die Kalkerde herrscht entschieden vor. Können durch bloße Säuren aufgeschlossen werden. Denkt man sie sich mit Wasser verbunden, so entstehen die Formeln einiger ausgezeichneten Zeolithe, was zu manchen Wechselwirkungen dieser beiden Mineralabtheilungen führte.

Labrador. Wegen seines schönen Farbenspiels wurden die Missionäre der deutschen Brüdergemeinde auf der St. Paulsinsel an der Labradorküste schon im vorigen Jahrhundert auf ihn aufmerksam. Er findet

sich daselbst in Geschieben, auf ganz gleiche Weise fand man ihn dann auch unter den nordischen Geschieben der germanisch-sarmatischen Ebene. Obgleich schon Klaproth darin 11 p. C. Kalkerde nachwies, so verwechselte ihn Werner doch noch mit dem labradorisirenden Feldspath von Norwegen, erst seit G. Rose (Gilbert's Ann. 73. 194) wird diese Verwechselung allgemein vermieden. Krystallisirt wie Albit, auch der Winkel P/M scheint der gleiche (ungefähr $86\frac{1}{2}^0$), aber der dritte Blätterbruch T liegt nicht wie beim Albit an der stumpfen, sondern an der scharfen Kante P/M, doch ist er so undeutlich, daß ich ihn an gut geschlagenen Stücken nicht mit Sicherheit von l zu unterscheiden wagen möchte. Das schöne Farbenspiel von Blau, Grün und Roth findet auf M Statt, wodurch sich die Stücke leicht vom labradorisirenden Feldspath pag. 187 unterscheiden, auch ist M viel undeutlicher blättrig. Auf P findet man häufig zahllose Zwillingsstreifen parallel der schiefen Diagonale a : c. Dünne Blätter scheinen stark durch, Farbe gewöhnlich schwarzgrau. Gew. 2,7 und Feldspathhärte. Er schmilzt etwas leichter als Feldspath, und besteht aus ($\dot{Ca}$, $\dot{Na}$) $\dddot{Si}$ + $\ddot{Al}$ $\dddot{Si}$, etwa 54,6 $\dddot{Si}$, 27,9 $\ddot{Al}$, 12 $\dot{Ca}$, 5,4 $\dot{Na}$. Die schönsten stark farbespielenden kommen zum Theil in großen Blöcken von der nordamerikanischen Küste Labrador. Dann bildet er aber auch einen wesentlichen Gemengtheil augitischer Gebirgsarten, frisch in der Gabbro von Le Prese im Veltlin mit vielen Streifen auf P und Zwillingen analog dem Karlsbadergesetz; glasig in den Augitlaven, von besonderer Schönheit im Val del Bove am Aetna. Freilich kann man den glasigen äußerlich nicht unterscheiden von

Anorthit (ἄνορϑος nicht rechtwinklig) G. Rose Gilbert's Ann. 73. 197, Christianite und Biotina Monticelli 1825 Mineralogia Vesuviana 438, aus den Kalkblöcken oder den ihnen anhängenden Glimmerfelsen mit grünem Augit, welche zerstreut an den Abhängen der Somma liegen. Kleine aber wohl gebildete glasige Krystalle mit großem Glanz und vielen Flächen. P/M 85^0 48′, T/l 120^0 30′, M/T 117^0 28′, M/T 110^0 57, P/l = 114^0 22′. Die Flächen der P sind blättrig, dagegen ist T glänzender als l, obgleich über die Blättrigkeit derselben nicht entschieden werden kann. Da der Winkel P/T kleiner ist als P/l, so läge T, umgekehrt wie beim Albit, der scharfen Kante der Blätterbrüche P/M an. Das



scheint unwahrscheinlich, daher wäre es passender gewesen, G. Rose hätte die Buchstaben T und l vertauscht, und nicht gegensinnig mit den Albitwinkeln genommen. Mit der Formkenntniß des Feldspaths sind diese überaus zierlichen Krystalle oft leichter als die Natronfeldspäthe zu erkennen. Außer P M T l kommen die Schiefendflächen x y q und vorn die beim Feldspath so seltene t = $\frac{1}{3}$a : c : ∞b vor; ferner die Augitpaare ist oo′, nn′, u′, vv′ und die Säule zz′. Vorn sieht man auch öfter eine m = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{2}$b : c, kurz alles wie beim Feldspath. Es fehlen auch die Zwillinge nicht, namentlich häufig der Albitzwilling mit einspringenden Winkeln von 171^0 36′ auf P. Gew. 2′76. Die chemische Formel $\dot{Ca}^3$ $\dddot{Si}$ + 3 $\ddot{Al}$ $\dddot{Si}$ weicht freilich von den gewöhnlichen Feldspathformeln wesentlich ab, was bei seiner Formenähnlichkeit unangenehm auffällt, doch fand Abich (Pogg. Ann. 51. 522) 44 $\dddot{Si}$,

35 Äl, 19 Ċa, aber bemerkt auch ausdrücklich, wie schwer es halte, reine Substanz zu bekommen. Shepard in Südcarolina (Silliman's Amerc. Journ. 2 ser. II. 381) beweist, daß das weiße Mineral mit Feldspathform und einspringenden Winkeln auf P im Meteorstein von Juvenas Anorthit sei. Bournon's Indianit (Phil. Transact. 1802. 233) nach Brooke eine blättrige Säule von 95° 15′, in Indien das Muttergestein des Korunds bildend, scheint auch nach der Analyse hierhin zu gehören.

Saussurit wurde von dem berühmten Alpenreisenden in Geschieben am Genfersee, bei Turin 2c. gefunden. Er hieß es Jade, die sich leicht an dem grünen mitvorkommenden Diallag erkennen läßt. Eine graue, sehr zähe, hornsteinartige Substanz, 3,2 Gew. und Feldspathhärte. Schmilzt schwer an feinen Kanten. Klaproth gab darin 44 S̈i, 30 Äl, 6 Ṅa, 4 Ċa an. Gewöhnlich belegt man die dichte Feldspathmasse in den Gabbrogesteinen mit diesem Namen, vielleicht verhält sie sich zum Labrador, wie der Feldstein zum Feldspath.

4. Lithionminerale.

Das Lithion findet sich in nicht sonderlicher Menge, und läßt sich häufig schon durch purpurrothe Färbung der Flamme erkennen, besonders „wenn man an glühende Splitter in der Pincette saures schwefelsaures Kali anschmilzt und weiter darauf bläst.“ Auch scheint es keine eigentlichen Lithionfeldspäthe zu geben. Doch nennen wir hier vor allem den

Petalit (*πέταλον* Blatt). Andrada (Scherers Journ. Chem. IV. 36) beschreibt ihn schon 1800 von der Insel Utö südlich Stockholm, aber man blieb darüber lange ungewiß, bis endlich wieder gefunden Arfedson darin 1818 das Lithium (*λιθεῖον* steinern), ein dem Steinreich ausschließlich angehöriges Alkali, entdeckte.

Krystallsystem unbekannt: Zwei ungleiche Blätterbrüche bilden ungefähr einen Winkel von 141°, der erste davon ist deutlich, der zweite davon kann im dunkeln Zimmer noch zum ungefähren Messen benützt werden. Ein dritter freilich oft kaum bemerkbarer stumpft die scharfe Säulenkante der rhomboidischen Säule schief ab, und soll mit 1 etwa 170°, folglich mit 2 etwa 102° bilden. Der Querbruch eigenthümlich matt erinnert an den Querbruch vom Diallag. Milchweiß, öfter ein Stich ins röthliche durch Mangan, wie der mitvorkommende Lithionglimmer. Feldspathhärte. Gewicht aber nur 2,43.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leichter als Feldspath und färbt dabei die innere Flamme sehr schön purpurroth. Von Säuren wird er nicht angegriffen. $3\,(\dot{L}i, \dot{N}a)\,\ddot{S}i^2 + 4\,\ddot{A}l\,\ddot{S}i^3$, etwa 77 S̈i, 18 Äl, ältere Analysen gaben reichlich 5 L̇i an, allein Hagen (Pogg. Ann. 48. 361) hat bewiesen, daß dasselbe aus 2,7 L̇i und 2,3 Ṅa bestehe. Das Mineral kommt in großen körnigen Massen auf den Magneteisen-Lagerstätten von Utö mit andern Lithionmineralen vor. Breithaupt's Kastor aus Drusenräumen des Albits von Elba, von quarzartigem Aussehen, scheint nach G. Rose (Pogg. Ann. 79. 162) Petalit zu sein, aber ohne Natron, 2,7 L̇i. Vergl. auch Zygadit (Pogg. Ann. 69. 441) von Katharina Neufang bei Andreasberg mit albitartigen Zwillingen.

Spodumēn Andrada (von *σποδύω*?) Hauy's Triphan nach seinem 3fachen Blätterbruch, zwei undeutliche Blätterbrüche schneiden sich unter 87° und 93°, die scharfe Kante stumpft der erste blättrige Bruch gerade ab, nach welchem das Mineral gern strahlig und schaalig wird. Diese Winkel stimmen mit Augit, und neuerlich entdeckte Hartwall in den Quarzadern des Glimmerschiefers von Norwich in Massachusets fußlange Strahlen und $1\frac{1}{2}$ Zoll dicke Krystalle, deren Bildung dem Augit vollkommen zu entsprechen scheint (Silliman Amer. Journ. 2 ser 10. 119 und 265). Berggrüne Farbe. Härte 6—7, Gew. 3,2. Man kann die Strahlen namentlich auch wegen ihrer schaaligen Absonderung leicht mit gewissem Diopsid und Epidot verwechseln, aber vor dem Löthrohr färbt er die Flamme purpurroth, da kleine Splitter sehr leicht schmelzen.

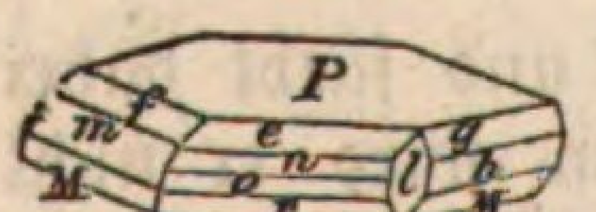
$(\dot{L}i, \dot{N}a)^3 \ddot{S}i^2 + 4 \ddot{A}l \ddot{S}i^2$, 65 $\ddot{S}i$, 29 $\ddot{A}l$, 5,5 $\dot{L}i$, 0,46 $\dot{N}a$.

Eine solche Zusammensetzung läßt sich mit Augit schwer vereinigen, und doch bringt Rammelsberg (Pogg. Ann. 85. 552) das Atomvolumen 44 heraus, was genau das doppelte von Augit sei, wodurch man den Isomorphismus erklären will. Auf Utö kommt er in einem granitischen Gemenge mit rothem Feldspath vor, in Tyrol zu Valtigl bei Sterzing, Lisens ꝛc.

Hauptmineral für Gewinnung des Lithion ist der Lithionglimmer von Rozena 3,6 $\dot{L}i$. Es haben der seltene Amblygonit 6 $\dot{L}i$, Triphylin 3,4 $\dot{L}i$, Lithionturmalin, Rhodizit.

III. Glimmer.

Glimmer, ist ohne Zweifel von den Alten gekannt, aber man findet den Namen nicht, Agricola 696 begreift ihn unter mica et felium argentum, Katzensilber, weil seit alter Zeit in den glitzernden Blättchen der gemeine Mann Silber vermuthete. Von diesem Glänzen (Glimmern) stammt auch der alte Bergmännische Name (mica Krume, micare Glitzen). Mineralogisch ist man selten im Zweifel, was man zur Glimmergruppe stellen soll, denn alle haben einen so ausgezeichneten Blätterbruch mit Perlmutterglanz, daß sie in dieser Beziehung von keinem andern Minerale erreicht geschweige denn übertroffen werden. Ueber das Krystallsystem herrschen noch Zweifel. Hauy beschreibt sie als rhombische Tafeln M = a : b : ∞c von 120°, deren scharfe Kante durch r = b : ∞a : ∞c abgestumpft wird. Die Gradendfläche P = c : ∞a : ∞b bildet den Blätterbruch. Solche ausgezeichneten rhombischen Tafeln finden sich im Granit von Zwiesel und Lam in Bayern, man kann hier an



der Rechtwinklichkeit der Säule zum Blätterbruch gar nicht zweifeln. Dufrénoy erwähnt vom Baikalsee Rhombenoktaeder b′ = a : b : c, welche mit P ungefähr 95° machen, dazu kommt eine Zuschärfung e′ = $\frac{1}{2}$b : c : ∞a, die folglich auch gegen P 95° bilden muß, was zu einem diheraedrischen Aussehen verleitet. Dagegen hat G. Rose (Pogg. Ann. 61. 383) schwärzlich grüne Glimmer aus den Somma-Auswürflingen gemessen, deren Säule M/M 120° 46′ betrug, deren Blätterbruch P aber schief gegen die Säulenflächen stand, und zwar P/M 98° 40′ und P/r 90°. Darnach müßte,

wenn die vermeintliche Säule M nicht Oktaeder e′ ist, der Glimmer 2+1gliedrig sein. Diese Winkel stimmen mit den alten Messungen von Phillips ganz genau, der außerdem noch angibt: vorn zwei Augitpaare m und f mit den Winkeln P/f = 135° 16′ und P/m = 121° 45′, hinten ebenfalls zwei g und h mit P/g = 107° 5′ und P/h = 83° 2′. Ferner zwischen P und der Abstumpfung der scharfen Säulenkante r, also aus der Diagonalzone von P, drei Paare e n o, P/e = 114° 30′, P/n = 94° 30′, P/o = 92° 55′. Endlich noch ein eigenthümliches Paar l, scheinbar zwischen h und o gelegen, doch soll P/l 100° 20′ sein. Die Krystalle stammten wahrscheinlich auch vom Vesuv. Kenngott (Pogg. Ann. 73. 602) beschreibt eine große Glimmerplatte von Monroe in New-York mit rhombischer Säule von 68°, und auf diese scharfe Kante setzt sich der blättrige Bruch als Schiefendfläche mit P/M = 109° auf. Kobell beschreibt sogar ähnliche Tafeln mit doppeltschiefer Endfläche, so daß das System eingliedrig wäre. Dazu kommt der ausgezeichnete

rhomboedrische Glimmer von Monte Rosa mit einem Rhomboeder von 63° 15′ in den Endkanten, siehe unten.

Optisch unterscheidet man einaxigen Glimmer, dieser müßte nach den gewöhnlichen Regeln rhomboedrisch oder sechsgliedrig sein. Legt man ein Blättchen zwischen gekreuzte Turmalinplatten, so bleibt es bei jeder beliebigen Drehung des Blättchens dunkel. Das schwarze Kreuz nimmt das Centrum ein. Häufiger findet sich der zweiaxige, welcher bei einer Kreisdrehung vier Mal dunkel und vier Mal hell wird: dunkel so oft eine Polarisationsebene des Glimmerblättchens mit einer des Apparats zusammenfällt. Aber der Winkel der optischen Axen weicht bei den einzelnen Varietäten so ab, daß hier noch weniger Sicherheit als bei der Krystallform stattfindet, besonders seitdem Senarmont (Ann. Chim. et Phys. 3 ser. 1852. tom. 34.) gezeigt hat, daß sich gar kein constantes Winkelverhältniß vorfinde, ja sogar zwischen zwei- und einaxigen ein Uebergang dasei: Selbst die Ebene der Optischen Axen falle bald mit b c bald mit a c zusammen! Letzteres könnte übrigens nur auf die Symmetrie der Säule hindeuten, ob der Blätterbruch auf den stumpfen oder scharfen Säulenwinkel aufgesetzt ist. Endlich hat Blacke (Silliman Amer. Journ. 2 ser 12. 6) eine Vorrichtung gefunden, wodurch man erkennt, daß die sogenannten optisch einaxigen in der That auch optisch zweiaxig sind, nur ist der Winkel der Axen ein sehr kleiner. Dann könnte es keinen rhomboedrischen Glimmer geben. Es kommen sogar Blätter vor, die an einer Stelle 2axig, an der andern 1axig sich verhalten! Vergleiche auch Dove Pogg. Ann. 89. 322. H. = 1 — 3, Gew. 2,78—3. Starker Perlmutterglanz auf dem blättrigen Bruch, quer kann man ihn gar nicht brechen. Trübe Farbe aber viel Durchscheinenheit bis zur Farblosigkeit. Durchsichtige Blättchen zwischen den Fingern gerieben werden leicht elektrisch, und behalten die Elektricität lange.

Vor dem Löthrohr leicht und schwer schmelzbar bis fast zum unschmelzbaren. Von Säuren bald wenig, bald stark angegriffen. $\ddot{Si}$, $\ddot{\bar{Al}}$, $\dot{Ka}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Li}$, $\dot{Fe}$, $\dot{\bar{H}}$. Ein Fluorgehalt nimmt mit dem Eisengehalt zu und ab, und soll die Stelle des Sauerstoffs vertreten.

Der Glimmer spielt eine wichtige Rolle seit den ältesten Urgebirgs-

gesteinen bis in unsere brennenden Vulkane hinein. Die neuern sind ein wenig spröder und nicht so frisch als die ältern. Mitscherlich (Abh. Berl. Akad. Wiss. 1822) hat sogar eine glimmerartige Substanz nachgewiesen, die sich früher in den Kupferschlacken von Garpenberg in Schweden gebildet hat. Deshalb müssen wohl die meisten Glimmerarten auf heißem Wege entstanden sein, wenngleich Andeutungen für nasse Bildung pag. 185 vorkommen, und namentlich die Talke auf eine großartige Metamorphose durch cirkulirende Gewässer hinzuweisen scheinen.

Nur wenige Minerale bilden eine so natürliche Gruppe durch ihr Aussehen, als die Glimmer, woran besonders der ausgezeichnete blättrige Bruch die Schuld trägt. Man kann die Blättermasse schon mit dem bloßen Finger und nicht selten in so feine Blättchen theilen, daß sie wie die Oberfläche der Seifenblasen die brennendsten Regenbogenfarben reflektiren. Und doch sind diese Blättchen ihrem Inhalte nach so verschieden, daß man alle möglichen Hypothesen versucht hat, um sie in ein Gesammtbild zu bringen. Chemiker, denen dieß nicht gelang, haben die einzelnen Arten, in sehr unnatürlicher Weise, an verschiedenen Stellen untergebracht. Das heißt aber der Sache Gewalt anthun. Während andererseits die an dem Rande eines Abgrundes zu stehen scheinen, welche durch „heteromere" Formeln (Herrmann in Erdmanns Journ. prakt. Chem. 1851. Bd. 53 pag. 1) ein Licht aufzustecken meinen.

1. **Kaliglimmer,** optisch 2arig, unter allen bei weitem der verbreitetste, daher Mica Agricola 608 in lapidibus, marmoribus, arenis lucet . . . . metallici nostri nominant vocabulo ex fele et argento composito. Unter Marmor muß man hier den Granit verstehen. Plinius 36. 46 sagt: in Arabia quoque esse lapidem vitri modo translucidum, quo utantur pro specularibus, das mag wohl der Glimmer sein, obgleich man vor der Verwechselung mit Gyps nicht sicher ist, wie noch heute das Volk beide unter dem Namen M a r i e n g l a s begreift.

In hohem Grade elastisch biegsam. Härte 2—3, Gew. 2,8—3. Graue, gelbe, grüne, braune, röthliche ꝛc. Farben. Häufig scheinbar ganz undurchsichtig, aber mache man die Blätter nur dünne genug, so lassen sie Licht durch. Durch Verwitterung oder künstliches Glühen nehmen die schwarzen öfter ein tombackbraunes halbmetallisches Ansehen an (Katzengold).

Wird weder von Schwefel- noch Salzsäure angegriffen, schmilzt im allgemeinen schwer, doch täuscht die Dünne der Blättchen leicht. Als ein wesentlicher Bestandtheil der Granite und Gneuse nähert er sich unter allen Glimmerarten am meisten dem Feldspath, daher hat H. Rose schon in Schweiggers Journ. 21. 282 die Formel $\dot{K}\,\dddot{S}i + 4\,\ddot{A}l\,\dddot{S}i$ aufgestellt, die Analyse gab im Glimmer von Utö 47,5 $\dddot{S}i$, 37,2 $\ddot{A}l$, 3,2 $\ddot{F}e$, 9,6 $\dot{K}$, 0,56 Fl, 2,6 $\dot{H}$. Ein brauner von Cornwall enthält sogar nach Turner 2,7 Fl. Freilich kommen einzelne Analysen vor, die einen viel geringern Thonerdegehalt angeben.

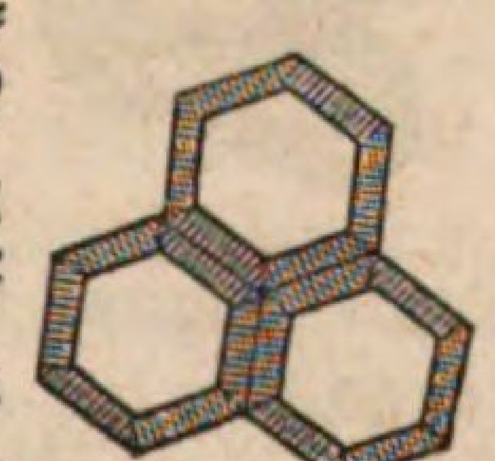
In Sibirien kommen so große und klare Abänderungen vor, daß man dieselben in Rußland als Fensterglas benutzt, daher Russisches Glas genannt. Man kann sie schneiden und nähen, sie überfrieren im Winter nicht, zerspringen nicht bei starken Lufterschütterungen. Die grobkörnigen

Granite von Bodenmais, Aschaffenburg, Schweden liefern auch große Platten. Meistens sind jedoch die Blätter klein, nehmen in derben Stücken zuweilen ein blumig blättriges Gefüge an (Preßburg). Eigenthümlich sind die Glimmerkugeln von Hermanschlag in Mähren, woran brauner Glimmer mit fasrigem Strahlstein concentrisch wechsellagert.

2) **Lithionglimmer** schmilzt mit Aufwallen und färbt dabei die Flamme schön purpurroth. Die pfirsichblüthrothen optisch 2axigen Blätter aus dem Granit von Chursdorf schmelzen schon im bloßen Kerzenlicht. Ch. Gmelin machte zuerst auf das Lithion in dem Glimmer aufmerksam (Gilberts Ann. 64. 371), zugleich sind es die Fluorreichsten, das bei denen von Mursinsk auf 10,4 Proc. steigen soll. Ueber die Formel schwebt man noch im Unsichern. Für die Fluorreichsten schlägt Rammelsberg vor, (Li, Na, Ka) Fl + ($\dot{\bar{A}}l$, $\dot{\bar{M}}n$) $\dddot{S}i^2$. Concentrirte Schwefelsäure greift ihn schon an. Man kann hauptsächlich zweierlei Varietäten unterscheiden

a) Lepidolith, pfirsichblüthroth durch etwas Manganoxyd, bildet Lager oder eingesprengte Massen von derbem körnigem Gefüge im Urgebirge. Der erste für die Darstellung des Lithion so wichtige kam vom Berge Hradisko bei Rozena (sprich Roschna) in Mähren (Bergmänn. Journ. VI. 1. pag. 285), und wurde nach seiner Farbe auch wohl Lilalith genannt, sehr schön großblättrig findet er sich optisch 2axig zu Chursdorf, Scheitansk und Mursinsk am südlichen Ural, Paris im Staate Maine mit grünem Turmalin, Utö. Ueberall mit Lithionmineralen zusammen.

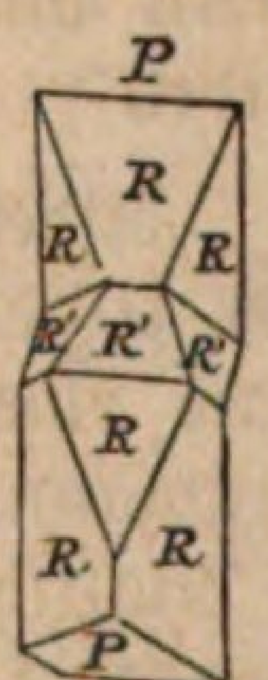
b) Zinnwaldit nannte Haidinger die grauen auf den Zinnsteingängen von Sachsen, sie sind optisch 2axig, und kommen in sechsseitigen Tafeln vor, welche mit den Kanten aufwachsen. Der blättrige Bruch zeigt öfter eine federartige Streifung, was man mit Zwillingsverhältnissen in Verbindung zu bringen sucht. Ob mit Recht? Interessant sind die grünschuppigen Säulen zwischen weißen Quarzkrystallen von Rozena, dieselben gleichen innen auf dem Blätterbruch einem Perlglimmer mit scharfen Umrissen der sechsseitigen Säule, um welche sich ein Kranz von schuppigen Strahlen angesetzt hat.



3) **Magnesiaglimmer**, meist optisch einaxig (Biotit), derselbe ist zwar viel seltener, doch ist der lauchgrüne, im reflektirten Lichte ganz schwarze, aus dem Granit (Miascit) des Ilmengebirges am Südural sehr bekannt. Rose gibt davon Krystalle von 6″ Höhe und 9″ Breite an, es kommen Platten von 3½′ Durchmesser vor, ja Hauy erwähnt schon solche von 25 Quadratfuß. Merkwürdiger Weise stimmen chemisch die schwarzgrünen Krystalle in den Auswürflingen der Somma mit dem besten Magnesiaglimmer (Chodnew Pogg. Ann. 61. 381), und doch sind es mineralogisch die einzig meßbaren, welche entschieden dem 2+1gliedrigen Systeme angehören, und darnach nicht optisch 1axig sein könnten. Dennoch sind die Vesuvischen 1axig, ob auch die meßbaren? Einaxig sind ferner die dunkelfarbigen Glimmer aus den Basaltischen Tuffen von Bilin, vom Lachersee, der schwäbischen Alp ꝛc., denn die kleinsten durchsichtigen Splitter genügen zur Untersuchung im Nörrenbergischen Polarisationsapparat. Da sie nun auch im Kalkstein von Pargas, bei Sala, Monroe, in Grönland vor-

kommen, so fehlt es grade nicht an ihrer Verbreitung. Aeußerlich kann man sie von den vorigen nicht unterscheiden, allein von concentrirter Schwefelsäure werden sie zersetzt, nur die Kieselerde bleibt in dünnen Blättchen zurück. $(\dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Ka})^3 \dddot{Si} + (\dddot{Al}, \dddot{\bar{F}e}) \dddot{Si}$, etwa 40 $\dddot{Si}$, 19 $\dddot{\bar{F}e}$, 12,6 $\dddot{Al}$, 15,7 $\dot{Mg}$, 5,6 $\dot{K}$, Flußsäure, die alpinischen häufig etwas Titanhaltig. Die Vesuvischen haben 24,5 $\dot{Mg}$, von Baikalsee sogar 26 $\dot{Mg}$. Der große Talkerdegehalt führt uns zum

4) **Chlorit**, *χλωρός* grün, nach seiner schwärzlich grünen (Berggrünen) Farbe passend genannt. Da er in den Alpengegenden so ausgezeichnet auftritt, so wurde hauptsächlich von Saussure auf ihn hingewiesen. In Beziehung auf seine äußern Kennzeichen hält er durchaus die Mitte zwischen dem eigentlichen Glimmer und Talk, daher ist die Entscheidung öfter nach einer der beiden Seiten hin nicht möglich. Durch sein Vorkommen neigt er sich mehr zum Talk. Die schönsten scheinbar rhomboedrischen und daher optisch einarigen Krystalle von entenblauer Farbe stammen aus den Penninischen Alpen von Zermatt im Hintergrunde des Matterthales am Fuße des Monte Rosa (Fröbel's Pennin. Pogg. Ann. 50. 523). Ihre scharfen Rhomboeder 63° 15′ in den Endkanten bilden öfter Zwillinge, welche den blättrigen Bruch gemein haben. Die dunkelgrünen garben- und fächerförmigen Säulen vom St. Gotthart krümmen sich so in einander, daß man mit Mühe den Blätterbruch daran freilegen kann. Deutliche Krystalle kommen am Schwarzenstein im Zillerthal und zu Achmatowsk im Ural (G. Rose Reise Ural II. 125) vor, die Kobell als Ripidolith (*ῥιπίς* Fächer) schied. Ja die schönen grünen Säulen mit Granat und Diopsid im Alathal zeigen eine ausgezeichnet wurmförmige Krümmung, woran der Blätterbruch immer ein ziemlich deutliches Sechseck bildet. Die Krystalle, zumal die russischen, zeigen einen schönen Dichroismus, indem sie längs der Are lauchgrün, quer dagen hyazinthroth durchscheinen. Die Elasticität der Blätter steht zwischen Talk und Glimmer Kokscharow (Pogg. Ann. 85. 519) sucht darzuthun, daß krystallographisch Chlorit, Ripidolith, Pennin, Kämmererit rc. nicht verschieden seien, und fand das Rhomboeder des Ripidoliths von Achmatowsk 75° 22′ in den Endkanten, davon ausgehend hätte das Rhomboeder des Pennins den Ausdruck $c : \frac{5}{12} a : \frac{5}{12} a : \infty a$. Derselbe zeigt viele Flächen an den Russischen nach, die aber leider meist sehr unwahrscheinliche Ausdrücke haben.





Dieselbe und vielleicht noch größere Schwierigkeit tritt chemisch ein. Vor dem Löthrohr brennen sie sich weiß oder doch lichter, schmelzen aber sehr schwer. Im wesentlichen sind es wasserhaltige Talkglimmer, die ihre Färbung Eisen verdanken. Die Orydationsstufe des Eisens läßt sich jedoch nicht mit Sicherheit bestimmen. Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 77. 426) gehört zu den eisenärmern daher lichtfarbigern Kobell's Ripidolith (nicht Roses) $3\,\dot{Mg}^3 \dddot{Si} + \dddot{Al}^2 \dddot{Si} + 9\,\dot{\bar{H}}$ mit 31,5 $\dddot{Si}$, 16,7 $\dddot{Al}$, 3,4 $\dddot{\bar{F}e}$, 3 $\dot{Fe}$, 32,6 $\dot{Mg}$, 12,4 $\dot{\bar{H}}$, wovon sich der Pennin und Leuchtenbergit bei Slatoust im Ural nicht unterscheidet. Der eisenreichere und daher dunkelfarbigere Chlorit, den G. Rose umgekehrt Ripidolith zu nennen vorschlug, $3\,(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3 \dddot{Si} + (\dddot{Al}, \dddot{\bar{F}e})^3 \dddot{Si} + 9\,\dot{H}$, unterscheidet sich nur durch den größern

Gehalt an $\dot{\bar{H}}$: 25,4 $\ddot{Si}$, 18,5 $\ddot{\bar{Al}}$, 13,2 $\ddot{\bar{Fe}}$, 16,9 $\dot{Fe}$, 17,1 $\dot{Mg}$, 8,9 $\dot{\bar{H}}$. Der Chlorit von Mauléon in den Pyrenäen ist ganz eisenfrei, daher sehr hellgrün, wie die wurmförmigen Säulen im Alathal, und enthält nach Delesse 32,1 $\ddot{Si}$, 18,5 $\ddot{\bar{Al}}$, 36,7 $\dot{Mg}$, 12,1 $\dot{\bar{H}}$. Werner's entenblauer Talk von Taberg (Tabergit) ist im wesentlichen 2 $\dot{Mg}^3$ $\ddot{Si}$ + $\ddot{\bar{Al}}$ $\ddot{Si}$ + 5 $\dot{\bar{H}}$. Auch der durch Chromoxyd smaragdgrün gefärbte Fuchsit, welcher am Greiner im Zillerthal ganz feinkörnigen Schiefer bildet, muß hier verglichen werden.

Der schuppigkörnige Chlorit mit Magneteisen im Zillerthal und als Chloritschiefer an so vielen Orten der Hochalpen, wo sie besonders in gewaltigen Blöcken durch die Gletscher herabgeschoben werden, ist seinem Aussehen nach ein ausgezeichneter Chlorit, obgleich auch hier die Analysen abweichen. Ebenso der erdige Chlorit, so häufig auf Bergkrystallen und Adularen einen staubartigen Anflug bildend. Hier kann man auch der Grünerde erwähnen, die in den Mandelsteinen des Monte Baldo bei Verona als Handelsartikel (Veronesische Erde), bereits den Römern bekannt, gewonnen wird. Schon Vauquelin erkannte sehr richtig darin 52 $\ddot{Si}$, 7 $\ddot{\bar{Al}}$, 23 $\ddot{\bar{Fe}}$, 6 $\dot{Mg}$, 7,5 $\dot{Ka}$, 4 $\dot{\bar{H}}$. Sie erscheint häufig als ein thoniges Verwitterungsprodukt, das dem kieselsauren Eisenoxydul seine Farbe dankt. So muß man auch das färbende Princip der grünen Keupermergel, besonders aber der sogenannten chloritischen Punkte im Quadersandstein (Grünsand) und Grobkalk ansehen. Berthier gibt in denen des Grünsands von Havre 49,7 $\ddot{Si}$, 6,9 $\ddot{\bar{Al}}$, 19,5 $\ddot{\bar{Fe}}$, 10,6 $\dot{K}$, 12 $\dot{\bar{H}}$ an.

5. **Talk.** Das Wort soll aus dem Arabischen Tallk stammen, und schon bei Avicenna vorkommen (Schröter Einleitung II. 255). Jedenfalls spielt das Mineral in der Medicin eine uralte Rolle. Agricola 705 schreibt es Talk oder Magnetis 605: non lapis ille, qui ferrum ad se trahit, sed similis argenti, etenim ex crustis, lapidum specularium (Gyps) modo constat, verum tenuissimis. Plinius hist. nat. 36. 25: quintum in Magnesia Asiae . . . . deterrimus autem, candidus, neque attrahens ferrum. In der That ist der silberglänzende apfelgrüne bis entenblaue blättrige Talk vom Greiner im Zillerthal, Briançon rc. zwar krummblättrig und gemein biegsam, allein wenn man ihn zwischen den Fingern zerknickt, so trennen sich die Flimmern so fein ab, daß sie rothe und grüne Regenbogenfarben reflektiren. Er ist optisch 2axig (Axenwinkel 7° 24′), fühlt sich mild und fettig an, läßt sich mit dem Nagel ritzen, Gew. 2,74. Mit Siegellack gerieben theilt er demselben sogar Glaselektricität (+) mit. Vor dem Löthrohr bringt man zwar dünne Splitter leicht zum Schmelzen, aber etwas dickere widerstehen gleich, mit Kobaldsolution bei starkem Feuer röthlich. Merkwürdiger Weise ist er frei von Thonerde, was schon Klaproth bewies.

$\dot{Mg}^6$ $\ddot{Si}^5$ + 2 $\dot{\bar{H}}$, mit 61,7 $\ddot{Si}$, 31,7 $\dot{Mg}$, 1,7 $\dot{Fe}$, 4,8 $\dot{\bar{H}}$.

Pyrophyllit Hermann Pogg. Ann. 15. 592 in Quarzgängen des Granits von Beresowsk, Spaa, Westana Eisengrube in Schonen. Gleicht vollkommen einem apfelgrünen excentrischstrahligen sehr blättrigen Talk, blättert sich aber vor dem Löthrohr außerordentlich auf und wird mit Kobaldsolution blau.

$\dot{Mg}^3$ $\ddot{Si}^2$ + 9 $\ddot{\bar{Al}}$ $\ddot{Si}^2$ + 9 $\dot{\bar{H}}$, 59,7 $\ddot{Si}$, 29,5 $\ddot{\bar{Al}}$, 1,8 $\ddot{\bar{Fe}}$, 4 $\dot{Mg}$, 5,6 $\dot{\bar{H}}$.

Eine auffallende Thatsache, daß zwei so gleichsehende Substanzen doch chemisch in dem Maaße bedeutend abweichen können!

Der Talk kommt in schiefrigen Gesteinen der Hochalpen vor, blättert sich krummflächig, oder geht ins Schuppigblättrige und Dichte über. Immer fühlen sich jedoch die Stücke außerordentlich fettig an, so daß man das zu Mehl geriebene Material zum Schmieren von Holzmaschinen, Glätten des Leders ꝛc. anwenden kann. Besonders wohlthuend wirkt dieser erdige Talk auf die Haut, er dient daher zur Schminke, früher als Nervenstärkungsmittel. Sobald jedoch die kieselsaure Magnesia zu größern Gebirgsstücken sich anhäuft, nennt man sie zwar auch noch Talkschiefer, die in den Alpen durch eingesprengten Strahlstein, Asbest, Cyanit, Staurolith ꝛc. sich so auszeichnen, allein diese sind dann nicht mehr rein, und es bleibt gewagt, wenn man solchen Sachen chemische Formeln gibt: wie Damourit das Muttergestein des Cyanits zu Morbihan oder Paragonit das des Cyanits vom St. Gotthardt. Oft kann man nicht entscheiden, ob man die Sache zum Chlorit oder Talk stellen soll, ein solches Gestein ist der berühmte

T o p f s t e i n, lapis Comensis Plinius 44 cavatur tornaturque in vasa coquendis cibis utilia, quod et in Comensi Italiae lapide viridi accidere scimus. Plinius spielt hier vielleicht auf die Stadt Plurs nördlich vom Comersee an, die aus den Erträgen ihrer Topfsteinbrüche alljährlich 60,000 Dukaten einnahm. 1618 stürzte der unterwühlte Berg ein und begrub die Stadt mit Mann und Maus. Der feinkörnige Stein ist grünlich, mit grauem Strich, aber wegen seiner Milde nicht Politurfähig. Wird zu feuerfesten Töpfen gedreht. Im Wallis heißt er Giltstein, der sich besonders zu Platten eignet.

A g a l m a t o l i t h (Bildstein) Klaproth Beiträge II. 184 wegen seines fetten Anfühlens chinesischer Speckstein genannt. Er hat einen feinsplittrigen Bruch, und ist härter als Talk. Klaproth unterscheidet einen grünlichen an den Kanten stark durchscheinenden mit 54,5 $\ddot{S}i$, 34 $\ddot{A}l$, 6,2 $\dot{K}$, 4 $\dot{H}$, das würde ihn also trotz seiner Serpentinartigen Beschaffenheit ganz vom Talkgeschlecht entfernen. Der andere ist röthlich, und so stark fettig, daß der Mangel an Talkerde sehr auffällt. Allein es sind Gebirgsarten, und ohnehin läuft in den Sammlungen vieles unter dem Namen Bildstein, was ächte Talke sind. Die Chinesen verfertigen besonders Götzenbilder daraus. Umgekehrt verhält es sich mit dem

M e e r s c h a u m (vielleicht aus dem Natolischen Wort Myrsen entstanden), eine magere fast erdige $\dot{M}g\,\ddot{S}i + \dot{H}$, die aber in engster Beziehung mit Magnesit steht: Verwitterungsprodukte, die Formeln widerstreiten. Er hängt an feuchter Lippe, ist schwer zersprengbar, aber nicht hart und schwimmend leicht, so lange sich die Poren nicht mit Wasser gefüllt haben. Griechenland und Kleinasien das Hauptvaterland. Die berühmten Samischen Gefäße der Römer scheinen schon aus ihm gemacht zu sein. Diese Kunst setzte sich sodann auf die Türken fort, besonders in Beziehung auf die Pfeifenköpfe. Zu dem Ende wird die Masse gestoßen, und mit Wasser digerirt läßt man sie in Gruben gähren. Sie kann dann geformt werden. Damit sie aber beim Anrauchen Farbe be-

komme, muß man die fertige Waare in Milch, Leinöl oder Wachs sieden. Vergleiche auch den Meerschaumähnlichen Aphrodit von Långsbanshytta $4\ \dot{M}g^3\ \ddot{S}i^2 + 9\ \dot{H}$.

Speckstein (Steatit). Der weiße welliggeschichtete von Briançon gleicht vollkommen einem dichten erdigen Talk. Davon verschieden ist der Englische Seifenstein, der auf Klüften des Serpentins von Cap Lizard brechend zur Bereitung des Englischen Porzellans benutzt wird und nach Klaproth neben 20, 5 $\dot{M}g$ auch 14 $\ddot{A}l$ enthält. Eine solche aber durch Nickel gefärbte Masse ist der schön apfelgrüne Pimelith von Kosemütz. Werner rechnet auch zum Speckstein die sich fett anfühlenden steinmarkartigen Massen aus den alten Zinnsteingängen. Bei Altenberg kommen diese in Afterkrystallen (Prosopit Pogg. Ann. 90. 315) vor, die nach Scheerer die Zusammensetzung normaler Porzellanerde haben sollen. Aeußerlich hält es schwer zwischen ihnen und den Talkerdehaltigen eine scharfe Gränze zu ziehen. In Deutschland trifft man die merkwürdigsten Specksteine in einem Lager auf der Gränze zwischen Glimmerschiefer und Granit bei Göpfersgrün, östlich Wunsiedel im Fichtelgebirge (Nauck Pogg. Ann. 75. 129). Schon nach Klaproth enthält er etwa 59,5 $\ddot{S}i$, 30,5 $\dot{M}g$, 5,5 $\dot{H}$, ist daher im wesentlichen kieselsaure Talkerde, obgleich manche Parthieen schon thonigen Bruch und Geruch nebst matter weißer Farbe zeigen. Auf Klüften glänzt jedoch häufig der fette Glanz des Talkes hervor. Besonders interressant in diesem Specksteingebirge sind die Afterkrystalle von Bergkrystall: kleine federdicke quergestreifte Säulen oben mit diheraederischer Endung stecken mitten im Speckstein, und springen beim Zerschlagen heraus. Niemals beobachtet man sie in Drusenräumen. Seltener und nicht so auffallend finden sich kleine sattelförmige Rhomboeder vom Aussehen des Braunspathes. Ja der grauliche von schwarzen Dendriten durchzogene Speckstein liegt so mitten zwischen Glimmerschiefer, Thonschiefer, Grünstein und Dolomit und frißt denselben so allseitig an, daß das Ganze dem Laien als ein großartiger Faulungsprozeß erscheint, der das Gebirge allmählig ergriffen hat. Der chemische Grund soll nach Bischoff darin liegen, daß das Magnesiasilikat unter den alkalischen Erden die schwerlöslichste und schwerzersetzbarste sei. Magnesiasilikathaltige Wasser müssen daher von den durch sie durchdrungenen Gesteinen Substanz aufnehmen, und statt dessen Specksteinmasse absetzen. Dann wird auch das häufige Vorkommen anderer Specksteinafterkrystalle: wie des Topases auf Zinnsteingängen von Ehrenfriedersdorf, des Spinelles vom Fassathale rc., chemisch erklärlich. Am großartigsten zeigen sich jedoch diese Afterbildungen im

Serpentin. Agricola 632 sagt: in Misena non longe ab arce Lautersteina juxta Zeblicium oppidulum effoditur marmor subcinereum, ... hoc nostri appellant Serpentariam, und hält ihn mit dem Griechischen Ophites Plinius 36. 11 cum sit serpentium maculis simile identisch. Fettigkeit und Milde, ein durchaus unkrystallinischer feinsplittriger Bruch, wie beim Hornstein, Durchscheinenheit an den Kanten, allerlei trübe Farben von Gelb, Roth, Grün, Weiß, aber selten einfarbig, sondern geflammt und geadert, daher der alte Vergleich mit einer Schlangenhaut. H = 3, Gew. = 2,6. Werner unterschied einen edlen, wozu der Pikrolith von Zöblitz, und einen gemeinen Serpentin. Jener war seltner, mehr ein-

farbig und durchscheinender und besonders von zeisiggrüner Farbe. Der Williamsit von Pensylvanien ist sogar ein apfelgrüner edler Serpentin.

Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr schwer und brennt sich weiß, $2\,\dot{M}g^3\,\dddot{S}i^2 + 3\,\dot{M}g\,\dot{H}^2$, ein kleiner Chromgehalt pflegt ihn auszuzeichnen, daher auch die gewöhnliche Lagerstätte des Chromeisensteins.

Der Serpentin bildet sehr eigenthümliche isolirte Bergkuppen, die auf der ganzen Erde im krystallinischen Gebirge zerstreut liegen, in den Alpen namentlich in Begleitung von Talk- und Chloritgesteinen vorkommen. Im Serpentinfels von Erbendorf im Fichtelgebirge ist so viel Magneteisen fein vertheilt, daß er wie die Basalttuffe polarischen Magnetismus zeigt; zu Reichenstein in Schlesien bildet Serpentin das Muttergestein vom dortigen goldhaltigen Arsenikalkies, ja das Platin im Ural soll in ihm eingesprengt sein. Der Pyrop in Böhmen hauptsächlich im Serpentin. Zu Zöblitz im Erzgebirge wird er vielfach verarbeitet, früher besonders zu Reibschalen für Apotheken, weil er gegen das Gift wirken sollte, ja noch Milius behauptet, in Serpentinbrüchen gäbe es nie eine Kröte oder ein anderes giftiges Thier. Im besondern Grade nehmen die Afterkrystalle des edlen Serpentins von Snarum bei Modum westlich Christiania die Aufmerksamkeit in Anspruch. Daß die Masse des Serpentins als solche nicht zu krystallisiren im Stande sei, scheint so gewiß als beim Speckstein, und doch kommen daselbst unmittelbar unter der Dammerde Afterkrystalle von Armdicke und $1\frac{1}{2}'$ Länge (Tamnau Pogg. Ann. 42. 466) vor, welche genau mit der des Olivins stimmen, sogar innen noch unzersetzten Olivin haben! (Pogg. Ann. 36. 370). So viel nun auch an dieser Thatsache gedeutelt sein mag, auch die chemische Untersuchung hat es bestätigt (G. Rose Pogg. Ann. 82. 511). Am Monzoniberge im Fassathal kommen sie gleichfalls recht deutlich zuweilen von fast Zollgröße vor, ebenso könnte der serpentinartige Villarsit Dufrénoys aus den Magneteisengruben von Traversella hier hingehören, wenn es nicht Dichroit war, wie der Säulenwinkel von 120° anzudeuten scheint. Auch auf die grünen milden Afterbildungen, welche sich in Granit eingesprengt finden, muß das Augenmerk gelenkt werden. Aber da Olivin hier nicht zu Hause ist, so wird die Vorstellung eher auf Dichroit geleitet. Uebrigens zeigt G. Rose, daß auch Augit, Hornblende, Pyrop, 2c. in Serpentin übergehen, so daß der Serpentin, mag er auch in noch so großen Massen vorkommen, gerade wie der Speckstein keine ursprüngliche Bildung sein dürfte. Wenn nun aber die Gewässer mit ihrem Talkerdegehalt so stark auf die Veränderung der Gebirge einwirken können, so verlieren dadurch die Analysen sehr an Bedeutung, man darf wenigstens nicht aus jeder Kleinigkeit ein besonderes Mineral machen. Scheerer (Pogg. Ann. 71. 285) hat gezeigt, daß auf der Eisengrube Aslak bei Arendal sowohl talkartige schuppige als dichte Substanzen, die er Neolith nennt, sich noch aus den Grubenwassern in Spalten des Gebirges bilden. Eine Analyse gab 52,3 $\dddot{S}i$, 31,2 $\dot{M}g$, 7,3 $\dddot{A}l$, 4 $\dot{H}$ 2c.

Schillernder Asbest (Chrysotil, τίλος Faser) bildet Schnüre im Serpentin, besonders von Reichenstein. Die sehr feine Faser steht senkrecht gegen das Salband, die Masse ist aber so compact, daß sie einen starken Seidenglanz zeigt, und sogar stellenweis bedeutende Durchscheinen-

heit besitzt. Bewährte Chemiker behaupten, er habe genau die Zusammensetzung des Serpentins, und der starke Glanz der Faser scheint anzudeuten, daß wir es hier mit wirklichen krystallinischen Anfängen zu thun haben, daher fehlt dann aber auch der Masse das serpentinartige Ansehen durchaus. Nicht minder bemerkenswerth ist der

Schillerspath von der Baste bei Harzburg, auf den schon Trebra 1783 die Aufmerksamkeit lenkte, und den Apotheker Heyer in Braunschweig benannte (Köhler Pogg. Ann. 11. 192). Grüne glimmerartige Blätter mit einem messingfarbigen Schiller liegen in einem dunkelgrünen serpentinartigen Gestein (Schillerfels) eingesprengt, ja die Blätter werden vielfach vom Schillerfels durchdrungen, und sind wie beim Diallag mit Augit regelmäßig verwachsen. Der Querbruch der Blättchen ist durchaus ohne Glanz, feinsplittrig, und gleicht daher vollkommen dem Muttergestein. Man möchte daraus um so mehr mit Bestimmtheit vermuthen, daß es krystallisirter Schillerfels sei, als auch die Analyse beider sehr nahe die gleichen Bestandtheile gab. $3 (\dot{M}g, \dot{F}e) \ddot{S}i + 2 (\dot{M}g, \dot{F}e) \dot{H}^2$. Auch weicht die Formel so wenig von der des Serpentins ab, daß man sie ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen für gleich halten könnte. Wenn man aber bedenkt, wie an der Baste der Schillerfels mit den dortigen Gabbrogesteinen in engster Beziehung steht, so gewinnt es auch hier sehr an Wahrscheinlichkeit, daß wir es blos mit einem veränderten Gestein zu thun haben. Andern Orts kehren ähnliche Erscheinungen wieder. So treten z. B. im Schwarzwalde südlich vom Feldberge in den Umgebungen von Todtmoos viele Schillerfelskuppen mit bronzefarbigem Diallag hervor, manche erinnern durch ihre Härte und Schwärze an den Basalt, auf den Verwitterungsklüften werden sie aber milder, ja bei Altenstein kommt ein kleiner Punkt vor, der wie der mildeste Serpentin von Zöblitz zum Verschleifen eine Zeit lang gewonnen wurde. Auch der Marmolith von Hoboken wird als ein blättriger Serpentin beschrieben.

Es gibt übrigens noch ein ganzes Heer von Namen:

Kerolith $2 \dot{M}g^3 \ddot{S}i^2 + 9 \dot{H}$ vom Gumberge bei Frankenstein in Schlesien gleicht einem verwitterten Opal, der daselbst vorkommt.

Pikrosmin Haidinger (πικρὸς bitter, ὀσμή Geruch) von der Eisengrube Engelsburg bei Presniz in Böhmen gleicht dem dichten gemeinen grünen Asbest. $2 \dot{M}g^3 \ddot{S}i^2 + 3 \dot{H}$. Haidinger gibt eine blättrige Säule von 126° 52′ und ein blättriges Paar auf die stumpfe Kante aufgesetzt von 117° 49′ an, doch sticht die asbestartige Faser stärker als der Blätterbruch hervor.

Der Pikrophyll von Sala $\dot{M}g^3 \ddot{S}i^2 + 2 \dot{H}$ gleicht im Aussehen dem Salit, aber weich und verändert.

Antigorit aus Piemont könnte auch an den dichten Asbest sich anschließen. Pogg. Ann. 49. 595.

Hydrophit Pogg. Ann. 51. 537 eine serpentinartige Bergmasse von Taberg in Smaland, hat einen kleinen Gehalt von Vanadium, und soll etwas wasserreicher als Serpentin sein (daher Wasser-Ophit).

Monradit $4 (\dot{M}g, \dot{F}e)^3 \ddot{S}i^2 + 3 \dot{H}$ von Bergensstift, eine feinkörnige Masse, aber $H = 6$, Gew. 3,27.

Gymnit von Baltimore $\dot{M}g \ddot{S}i + \dot{M}g \dot{H}^3$ oraniengelb steht dem

Dermatin $(\dot{M}g, \dot{F}e)^3 \dddot{S}i^2 + 6 \dot{H}$ aus dem Serpentin von Waldheim in Sachsen nahe.

Retinalith $\dot{M}g^3 \dddot{S}i + 2 \dot{N}a \dddot{S}i + 7 \dot{H}$ von Granville in Untercanada.

Spadait $4 \dot{M}g \dddot{S}i + \dot{M}g \dot{H}^4$ ein mildes röthliches weiches Fossil mit Wollastonit von Capo di Bove bei Rom.

6. **Brucit** Beudant, Native Magnesia Bruce American mineralogical Journ. I. 26. Einen ausgezeichneten blättrigen Bruch, schneeweiß bis farblos, daher anfangs für Gyps gehalten. Optisch einaxig, deshalb wahrscheinlich in regulären sechsseitigen Tafeln krystallisirend. Härte = 2, Gew. 2,4, fettig. Vor dem Löthrohr schmilzt es nicht, löst sich aber in Säuren vollkommen, $\dot{M}g \dot{H}$, 70 $\dot{M}g$, 30 $\dot{H}$, zieht auch wohl etwas Kohlensäure an. Im Serpentin von Hoboken (New-Jersey), zuweilen auch asbestartig zartfasrig (Nemalith), zu Swinaneß auf der Schottischen Insel Unst, Pischminsk bei Beresowsk. Durch Aufnahme von Kohlensäure würde Magnesit entstehen. Der

Hydrotalkit gelblichweiße krummblättrige sich fettig anfühlende Masse aus dem Serpentin von Snarum hat neben 34 $\dot{H}$ und 39 $\dot{M}g$ noch 16 $\dddot{A}l$ und 10 $\ddot{C}$. Vergleiche hier auch den Völknerit von Slatoust. Periklas von der Somma ist reine Talkerde.

7. **Margarit** (Perlglimmer) Fuchs, bei Sterzing am Ausgang des Pfitschthals, ein fast schneeweißer Glimmer vom stärksten Perlmutterglanz in Chlorit eingesprengt. Optisch 2axig mit ausgezeichneten Farben im polarisirten Lichte, etwas härter und spröder als der gewöhnliche Glimmer. Hermann fand 32,5 $\dddot{S}i$, 49,2 $\dddot{A}l$, 1,3 $\dot{F}e$, 7,4 $\dot{C}a$, 3,2 $\dot{M}g$, 1,7 $\dot{N}a$, 4,9 $\dot{H}$, was etwa zur Formel $(\dot{C}a, \dot{M}g)^2 \dddot{S}i + 2 \dddot{A}l^2 \dddot{S}i + 2 \dot{H}$ paßt. Auch der

Diphanit aus den Smaragdgruben am Ural scheint das gleiche zu sein, sowie der Emerylith mit Smirgel in Kleinasien vorkommend, der Corundellith mit Corund bei Unionville in Pensylvanien und der Euphyllit von dort. Hermann nimmt diese als Typus seiner Margarite, und stellt dazu den

Chloritoid von Kosoibrod im Ural, wo er mit Diaspor in großblättrigen Massen vorkommt, die dem Chlorit durch ihre dunkelgrüne Farbe zwar sehr gleichen, aber fast Feldspathhärte und ein Gewicht 3,5 haben. 24,5 $\dddot{S}i$, 30,7 $\dddot{A}l$, 17,3 $\dot{F}e$, 3,7 $\dot{M}g$, 6,4 $\dot{H}$. Im Ansehen und Härte gleicht ihm der

Sismondin aus dem granathaltigen Chloritschiefer von St. Marcel in Piemont vollkommen, etwas weniger der dunkel grünlich graue Masonit aus dem Chloritschiefer von Rhode-Island. Der

Ottrelit von Ottrez südlich Stavelot (Lüttich) bildet dunkelgrüne glänzende Blättchen von $\frac{1}{2}$ bis 1 Linien Durchmesser, die in zahlloser Menge in einen fettigen aber ganz unkrystallinischen grünlichgrauen Thonschiefer eingesprengt sind. Hat auch Feldspathhärte. Der lichte lauchgrüne

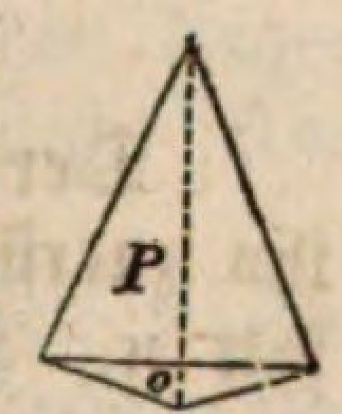
Brandisit vom Monzoniberge, wo er mit grünem Augit und schwarzem Spinell bricht, bildet Drusen von glimmerartigen sechsseitigen Tafeln, die nicht viel über Flußspathhärte haben. $\dot{M}g \dddot{S}i + 2 \dot{M}g^3 \dddot{A}l^2 + \dot{H}$. Sein Aussehen mahnt in jeder Weise an Glimmer. Der röthlichbraune

Seybertit aus dem Kalkstein im Serpentin von Amity (New-York) hat einen glimmerartigen Bruch $\dot{Mg}\,\ddot{Si} + \dot{Mg}^3\,\ddot{Al}^2 + \dot{H}$, die Magnesia durch $\dot{Ca}$ und $\dot{Fe}$ vertreten. G. Roses wachsgelber

Xanthophyllit aus dem Talkschiefer von Slatoust mit Magneteisen, hat Glashärte und bei seinem glimmerartigen Aussehen nur 16,3 $\ddot{Si}$, 44 $\ddot{Al}$, 19,3 $\dot{Mg}$, 13,3 $\dot{Ca}$, 4,3 $\dot{H}$, was sehr an den vorigen erinnert.

Melanglimmer nennt Haidinger passend folgende drei:

Cronstedtit Steinmann, von dem Silbererzgange Adalbert zu Przibram in Böhmen. Es sind kleine rabenschwarze Krystalle, die zuweilen nach einem Ende sich rhomboedrisch (P) endigen, während der deutlich blättrige Bruch o $\frac{2}{3}$ von der ganzen Rhomboederlänge wegschneidet. Gewöhnlich lagern sie sich excentrisch strahlig, Härte = 2—3, Gew. 3,3. Sehr eisenreich. Kobell schlägt die Formel $\dot{Fe}^3\,\ddot{Si} + \ddot{Fe}^3\,\dot{H}$ vor. Wernekinks



Sideroschisolith von Conghonas da Campo in Brasilien ist zwar Sammtschwarz aber hat doch noch einen grünen Strich, und soll nach Hausmann von Cronstedtit kaum verschieden sein.

Stilpnomelan von Glocker wegen seines starken schwarzen Glanzes so genannt. Meist krummblättrig oder strahlig, mit grünlichem Strich. Härte = 3—4, Gew. 3,4. 2 $\dot{Fe}^3\,\ddot{Si}^2 + \ddot{Al}\,\ddot{Si}^2 + 6\,\dot{H}$. Von Obergrund bei Zuckmantel in Oesterreichisch-Schlesien mit Kalkspath in einem Basaltähnlichen Thonschiefer. Auch der olivengrüne

Thuringit von Saalfeld könnte wegen seines deutlichen Blätterbruchs hierher gestellt werden. Rammelsberg bestimmte ihn chemisch als einen wasserhaltigen Ilvait 3 $\dot{Fe}^3\,\ddot{Si} + \ddot{Fe}^2\,\ddot{Si} + 9\,\dot{H}$.

Pyrosmalith Hausmann (ὀσμή Geruch, weil es auf Kohle erhitzt einen sauren Geruch verbreitet, obgleich nicht sonderlich auffallend). Längere reguläre sechsseitige Säulen, deren Gradendfläche fast glimmerartigblättrig. Brooke gibt zwei Diheraeder übereinander an (Pogg. Ann. 42. 583), Leberbraun. Härte 4, Gew. 3. Vor dem Löthrohr brennt er sich schwarz, schmilzt in kleinen Stücken ziemlich leicht zu einer magnetischen Kugel. 35,4 $\ddot{Si}$, 32,6 $\dot{Fe}$, 23 $\dot{Mn}$ 6,5 Wasser und Chlor. Mit Kalkspath und Hornblende im Magneteisenlager auf Bjelkesgrube bei Philipstad.

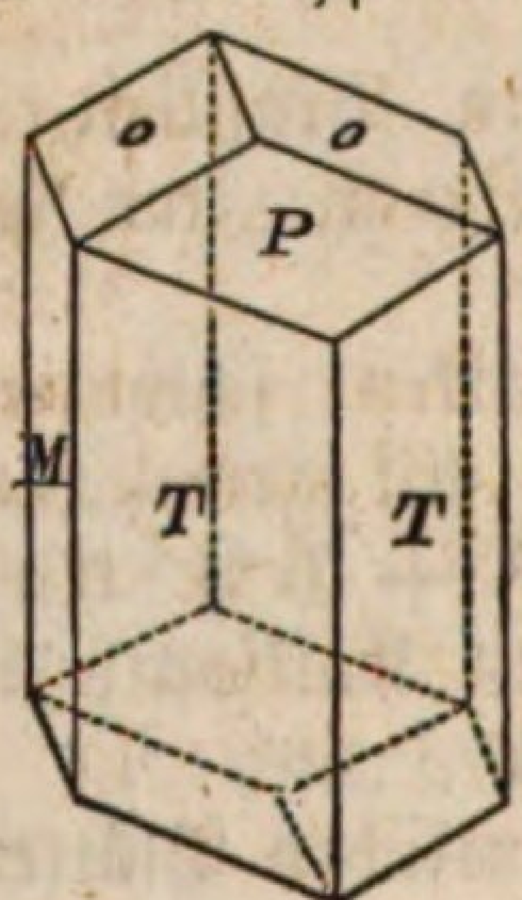
Nephrit (νεφρός Niere) oder besser vielleicht von einem Nervenstärkenden Stein νευρις, der bereits in den Lydicis des Orpheus vorkommt. Schon 1627 schrieb ein H. Clutus in Rostock eine Dissertatio lapidis nephritici. Man theilte ihm viele Heilkräfte zu, besonders auch gegen Hüftweh, daher lapis ischiaticus, pietra ischada, woraus das französische Wort Jade entstand. Freilich vermischte man vieles damit, aber im Allgemeinen verstand man darunter einen grünlichen serpentinartigen Stein, der durch sein fettiges Anfühlen wohlthätig auf die Haut wirkt. Er kommt als Gebirgsart vor, und schon deshalb dürfte eine feste chemische Formel nicht zu erwarten sein. Sein Ansehen ist zwar Serpentinartig, aber er ist zäher, härter (Feldspath). Berühmt ist der Türkische, zu Säbelgriffen, Amuletten 2c. verschliffen, Rammelsberg gibt darin 54,7 $\ddot{Si}$, 26 $\dot{Mg}$, 16 $\dot{Ca}$, 2,1 $\dot{Fe}$, 1,4 $\dot{Mn}$ an, ist also Wasserfrei. Die Neuseeländer verfertigen sich, wie das durch Forsters Reise um die Welt bekannt wurde, aus einem ähnlichen grünen sehr klangvollen Steine Waffen, wie unsere Vorfahren aus dem Feuerstein.

IV. Hornblenden.

Alkalien treten zurück, auch die Thonerde spielt nur eine Nebenrolle. Dagegen haben wir gern beide Basen $\dot{M}g$ und $\dot{C}a$ nebeneinander. Hornblende fehlt zwar in den ältern krystallinischen Gesteinen nicht, spielt aber erst in den neuern (Plutonischen und Vulkanischen) ihre Hauptrolle.

1. Hornblende.

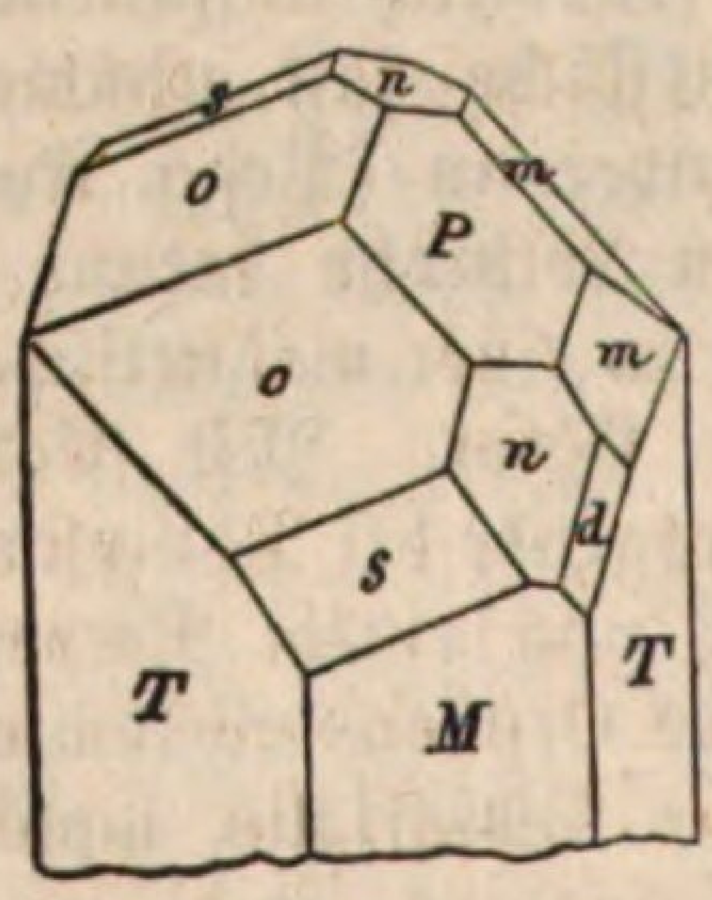
Der Name ist nicht deutsch, sondern Cronstedt (Miner. §. 88) nennt ihn zuerst. In Deutschland gebrauchte man dafür Hornfels, Schörl, Basalt ꝛc., Hauy's Amphibol (ἀμφίβολος zweideutig) d. h. mit Turmalin zu verwechseln.



2+1gliedrig mit Feldspathartiger Entwickelung: T = a : b : ∞c bildete eine sehr deutlich blättrige geschobene Säule von 124° 30'. M = b : ∞a : ∞c stumpft ihren scharfen Winkel gerade ab, hat aber nur undeutlichen Blätterbruch und daher auch keinen innern Glanz, wie T. Die Schiefendfläche P = a : c : ∞b ist gerade auf die stumpfe Kante aufgesetzt, und da P/T = 103° 1', so ist sie 75° 10' gegen die Axe c geneigt. Statt der hintern Gegenfläche findet sich immer das Augitpaar o = a' : $\frac{1}{2}$b : c von 148° 30' unter einander, folglich P/o = 145° 23', und die Kante o/o neigt sich auf der Hinterseite 73° 37' gegen Axe c, hieraus findet sich

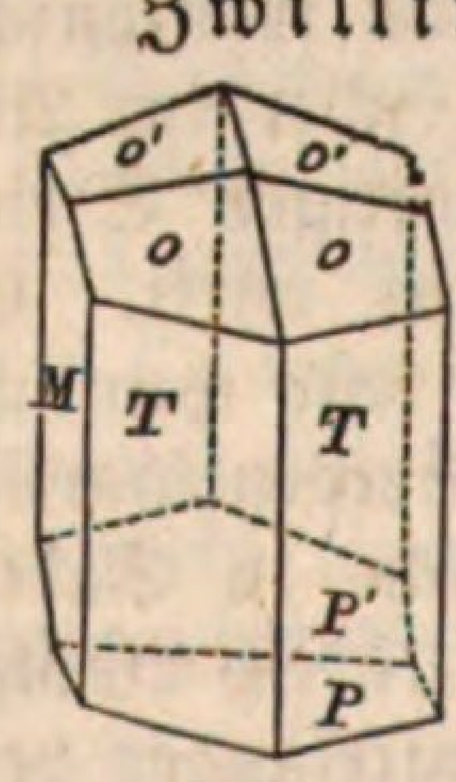
a : b : k = 3,579 : 6,803 : 0,052

lga = 0,55378, lgb = 0,83269, lgk = 8,71641.



Der Axenwinkel A/c beträgt vorn 89° 10', also neigt sich A dem Feldspath entgegen hinten etwas hinab. Diese einfachen Dodekaide P M T o kommen ausgezeichnet ringsum ausgebildet in den Basalttuffen vor. Daran treten untergeordnet

n = a : c : $\frac{1}{4}$b in Zone P/M und o/T;
s = a' : $\frac{1}{6}$b in Zone o/M und n/T;
m = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b in Zone P/T und n/T;
d = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{6}$b in Zone m/M und n/T liegend.



Zwillinge nach dem Feldspathgesetz der Karlsbader kommen ausgezeichnet vor, die Krystalle haben die Fläche k = a : ∞b : ∞c gemein und liegen umgekehrt. Häufig läßt sich auch nicht die Spur eines einspringenden Winkels, nicht einmal der Zwillingsgränze entdecken, allein an einem Ende findet sich ein Paar P und P', am andern aber ein Oktaeder o o o' o'. Im letztern sind merkwürdiger Weise alle vier Winkel gleich, also o/o = o'/o = 148° 30'.

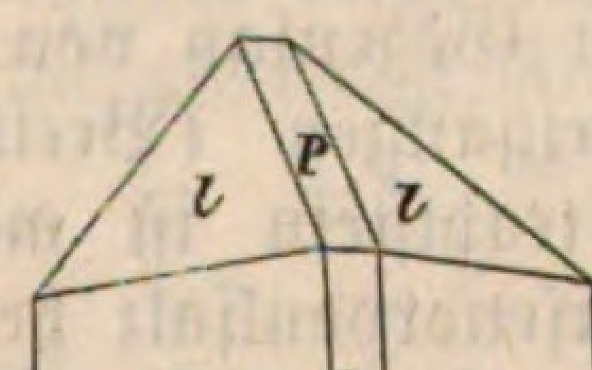
Da es an klaren Hornblenden fehlt, so sind sie optisch noch nicht untersucht. Härte = 5—6, Gew. 2,8—3,2. Schwarze, grüne und weiße Farbe. Vor dem Löthrohr schmelzen sie nicht sonderlich schwer, die eisen-

haltigen jedoch leichter. Man nimmt sie als $\frac{3}{4}$ Silicate $\dot{R}^4\ \ddot{S}i^3$, worin die Basis hauptsächlich aus $\dot{C}a$, $\dot{M}g$, $\dot{F}e$ besteht. Sehr schwierig läßt sich jedoch gerade bei den verbreitetsten ein bedeutender Gehalt von Thonerde erklären, mit deren Zunahme die Kieselerde abzunehmen pflegt. Daher hat Bonsdorf die Vermuthung geäußert, $\ddot{A}l$ möchte in der Formel die $\ddot{S}i$ isomorph ersetzen. Ziemlich unerwartet kommt ein Gehalt an Flußsäure, der beim Pargasit auf 1,5 Proc. steigt.

Nach dem Vorkommen im Großen kann man vornehmlich dreierlei unterscheiden 1) im Vulkan- und Basaltgestein; 2) im granitischen Urgebirge; 3) im Alpinischen Serpentin und Talkschiefer. Vorzügliche Abänderungen sind etwa folgende:

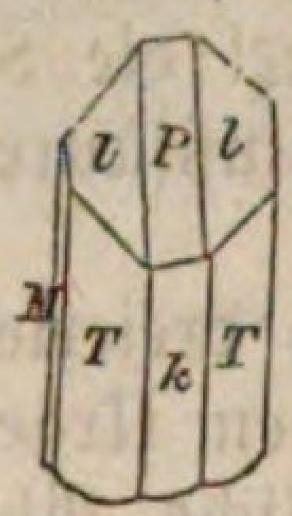
1) Basaltische Hornblende, pechschwarz, d. h. Lamellen zeigen einen Stich ins Braun, häufig mit gerundeten Kanten. Umundum auskrystallisirt bildet das 2 + 1gliedrige Dodekaid gewöhnlich die Hauptform (daher Amphibol dodécaèdre), und da hieran die drei Endkanten von o o P nicht wesentlich von einander abweichen, so sahe sie Romé de l'Isle noch für rhomboedrischen Schörl an, indeß die beiden Blätterbrüche in der sechsseitigen Säule orientiren leicht. Beim Anhauchen zeigen sie einen bittern Thongeruch. Gew. 3,27. Struve fand in denen aus dem Basalttuff von Bilin 40 $\ddot{S}i$, 11 $\dot{C}a$, 13,5 $\dot{M}g$, 13,7 $\dot{F}e$, (aber als Oxydul darin enthalten), 17,6 $\ddot{A}l$, 1,9 $\dot{K}$, 1 $\dot{N}a$, 1,1 Fl, Klaproth gibt sogar bei einer Fuldaischen 26 $\ddot{A}l$ an. Es will zu diesen und andern Analysen keine Formel recht passen. Die Schwäbischen Basalttuffe z. B. bei Eningen, der Klingstein im Höhgau, der Trachyt des Siebengebirges, die vulkanischen Gesteine der Auvergne sind bekannte Fundorte. In den Auswürflingen des Vesuvs und Lacher Sees kommt sie in feinen schwarzen Nadeln vor.

2) Gemeine Hornblende, rabenschwarz, d. h. mit einem Stich ins Grün, die Farbe der Eisenoxydulsalze. Die krystallinische Masse zeigt Neigung zum Fasrigen. Den Säulen fehlt häufig die Abstumpfungsfläche der scharfen Kante (M), statt dessen kommt die der stumpfen k = a : ∞b : ∞c vor, wodurch die Strahlen ein schilfartiges stark längs gestreiftes Ansehen gewinnen. Als Endigung herrscht ein Paar l = a : c : $\frac{1}{2}$b aus der Diagonalzone von P, welche letztere auch wohl ihre Median-Kante von 148° 16′ abstumpft. Krystalle besonders schön bei Arendal. Die im Urgebirge eingesprengte Hornblende, welche zur Bildung von Sienit, Hornblendeschiefer, Grünstein, grünen Porphyren rc. beiträgt, gehört alle dieser Abänderung an. Höchst eigenthümlich sind die geflossenen Krystalle im Kalkspath von Pargas in Finnland (Pargasit) eingesprengt, ihre Oberfläche erscheint wie angeschmolzen, und ihre Farbenänderungen gehen vom hellsten bis ins schwarzeste Grün. Auch in Amerika kommen ähnliche Körner vor. Bonsdorf gibt darin 45,7 $\ddot{S}i$, 13,8 $\dot{C}a$, 18,8 $\dot{M}g$, 7,3 $\dot{F}e$, 12,2 $\ddot{A}l$, 1,5 Fl an, ebenso haben sich auch die Vorkommen anderer Gegenden Thonerdehaltig erwiesen, eine gute Formel hat man daher noch nicht aufstellen können.



Uralit nannte G. Rose (Pogg. Ann. 22. 342) die grünlichen Augitkrystalle aus den Augitporphyren (Grünstein) vom Ural. Sie haben die

Form des Augits aber den blättrigen Bruch der Hornblende, ja bei dem tartarischen Dorfe Muldakajewsk ohnweit Miask führen die ringsumgebildeten Krystalle noch einen unveränderten Kern von Augit. Rose nahm es anfangs als Beweis, daß Hornblende und Augit identisch seien. Sie



fanden sich darauf bald sehr verbreitet, namentlich auch in großen aufgewachsenen Krystallen von Arendal in Norwegen, die mit Säure aus dem mitbrechenden Kalkspath herausgeätzt zu werden pflegen. Dieselben haben die 8seitige Säule **T T k M** des Augits, T/T = 87° 6′, endigen aber mit der Schiefendfläche P und dem bei der gemeinen Hornblende so gewöhnlichen Paare l. Die Flächen der Augitsäule spiegeln nicht, dreht man sie aber ein wenig um die Axe c, so tritt aus dem Innern ein lebhaftes Licht heraus, was die Blätterbrüche der Hornblendesäule zwischen k und T anzeigt. Die Unterbrechung des Lichtes deutet vielleicht an, daß die Ausfüllung der Augitform durch lauter kleine einander parallelliegende Hornblendekrystalle geschah, beide Hornblende und Augitform haben sich genau symmetrisch in einander gefügt. Der Krystall müßte darnach zuerst als Augit gewachsen sein, dessen Atome sich später in Hornblende umgelagert haben (Paramorphose pag. 137). Dann wären es Afterkrystalle der Hornblende nach Augit. Am einfachsten könnte die Sache freilich scheinen, wenn man sie geradezu für Hornblendekrystalle hielte, an welchen die Augitsäule **T T** zur Ausbildung gekommen wäre. Aber es kommen daselbst zugleich Augite von derselben Farbe vor, welche den Hornblendebruch nicht zeigen. So daß an Afterbildung wohl nicht gezweifelt werden kann.

3) Strahlstein Wr., Actinote Hy. Langstrahlige Säulen mit **T T M**, welche meist ohne Ende im Alpinischen Talkschiefer liegen, auffallend spröden Querbruch zeigen, weshalb Werner die Alpinischen mit ihrer lichtgrünen Farbe und 3fachen Gew. glasigen Strahlstein nannte, im Gegensatz von den gemeinen excentrischstrahligen auf den Sächsischen Erzgängen (Breitenbrunn und Ehrenfriedersdorf). Werners körniger Strahlstein ist meist augitisch. Die schöngrüne Farbe rührt von etwas Eisenoxydulsalz her, doch fand Klaproth schon bei den fast smaragdgrünen von Teinach in Steyermark 1 Proc. Chromoxyd. Sie sind entweder ganz frei von Thonerde, oder haben doch nur unbedeutende Procente, daher $\dot{C}a\,\dddot{S}i + \dot{M}g^3\,\dddot{S}i^2$. Nach Laugier enthält der Zillerthäler 50 $\dddot{S}i$, 19 $\dot{M}g$, 9,7 $\dot{C}a$, 11 $\dot{F}e$, 5 $\dddot{C}r$ (?) ꝛc. G. Rose (Reise Ural II. 363) schmolz solche, ließ sie langsam erkalten, und bekam dann statt der Hornblende kleine Augitnadeln! Zu ähnlichen Resultaten war Mitscherlich schon mit dem Tremolith gekommen. Da auch diese Krystalle einen kleinen Gehalt an Flußsäure haben, so sind Verluste beim Schmelzen nicht ganz zu vermeiden, doch würde man ein solches Resultat nicht erwarten.

Tremolith nannte Pater Pini die grauen bis schneeweißen, fast gänzlich eisenfreien Strahlen im Dolomit von Campolongo am St. Gotthardt. Pini wollte sie im Tremolathale gefunden haben, was man nicht direkt bestreiten kann, wenn sie auch später da nicht wieder gefunden wurden. Die grauen bilden lange schilfartige Säulen, und wenn man sie quer durchbricht, so nimmt man nicht selten eine Zwillingsgränze wahr, welche der Axe b entspricht, daher nannte sie Hauy Grammatit. Viele

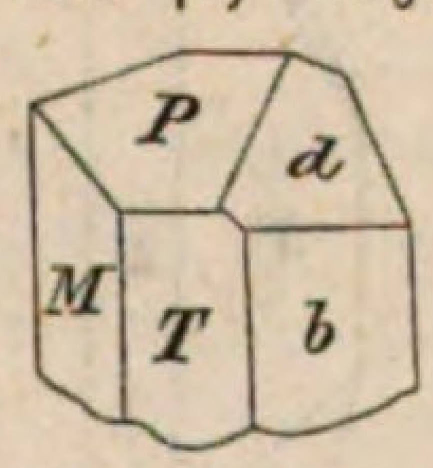
derselben sind hohl und mit Dolomit erfüllt. Die schneeweißen excentrisch strahligen werden zuletzt ganz Asbestartig. Schon Saussure erwähnt ihre Phosphorescenz beim Reiben mit einem Stahl ꝛc. Sie sind übrigens durch alle Grade mit dem grünfarbigen Strahlstein verbunden.

Anthophyllit (Anthophyllum Gewürznelke) nach ihrer nelkenbraunen Farbe genannt, sehr schön mit Kupferkies bei Snarum. Den blättrigen Bruch von M = b : ∞a : ∞c kann man auch noch darstellen. Nicht zu verwechseln mit Broncit. Keine Kalkerde, ein wenig schwerer schmelzbar als Strahlstein, $\dot{F}e\, \ddot{S}i + \dot{M}g^3\, \ddot{S}i^2$, also eine ausgezeichnete Hornblende.

Arfvedsonit Brooke kommt mit Eudyalit in Grönland vor. Trotz seiner eigenthümlichen Zusammensetzung hat er den deutlichen Blätterbruch der Hornblende, aber die Säule T/T bildet nur 123° 55′, rabenschwarz, H = 6, Gew. 3,44. Schmilzt schon im bloßen Kerzenlicht, enthält $\dot{N}a\, \ddot{S}i + \dot{F}e^3\, \ddot{S}i$, 49,3 $\ddot{S}i$, 36 $\dot{F}e$, 8 $\dot{N}a$ ꝛc. Später wird er auch im Zirkonsienit von Frederiksvärn und in dem Magneteisensteinlager von Arendal angegeben. Auch der

Aegyrin (nach einem Meergott) aus dem Zirkonsienit der äußersten Klippen des Brevig-Fiords hat Natron, soll aber nach Breithaupt die Augitsäule zeigen.

Babingtonit Levy (Pogg. Ann. 5. 159) von Arendal, gleicht einer rabenschwarzen Hornblende, an der Oberfläche aber glänzend wie schwarzer Turmalin, H = 6, Gew. 3,4. Eingliedrig: eine Säule M/T bildet 112° 30′, den Blätterbruch von T kann man in Splittern darstellen. Die scharfe Kante wird durch b sehr ungleich abgestumpft, so daß b mit dem Blätterbruch T etwa 160° bildet. Die stumpfe Kante nicht abgestumpft. Die Endfläche P sehr deutlich blättrig, daher brechen die Krystalle leicht nach ihr ab, P/M = 92° 34′, P/T = 92°. Niemals fehlt eine einseitige Endfläche d mit P 150½° bildend. $(\dot{C}a + \dot{F}e)^6\, \ddot{S}i^5$.



2. Augit Wr.

Nach Augites des Plinius 37. 54 genannt, Haüys Pyroxen (dem Feuer fremd), weil man ihn in jener Zeit auf nassem Wege entstanden dachte. Schon Romé de l'Isle unterschied ihn richtig als Schorl noire en prisme octaèdre II. 398, was auf das Wesen seiner Form deutet.

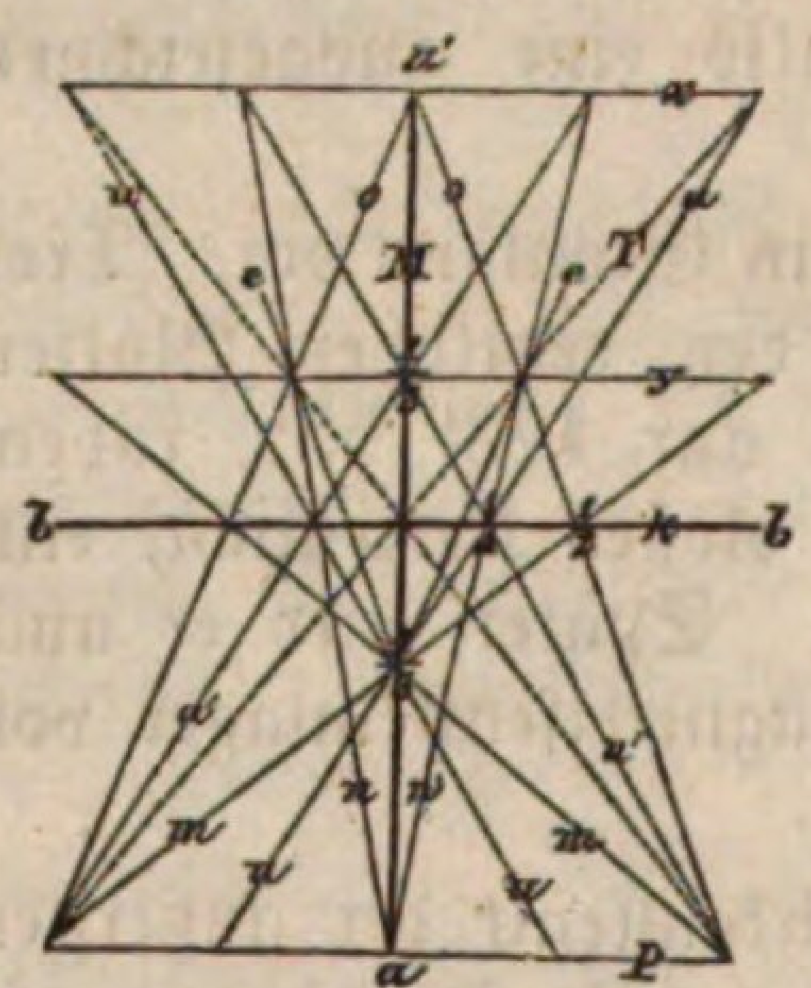
2 + 1gliedrig mit hornblendartiger Entwickelung. Eine geschobene Säule T = a : b : ∞c wendet ihren scharfen Winkel 87° 6′ nach vorn, sie ist zwar blättrig, aber viel undeutlicher als bei der Hornblende. Ihre scharfe vordere Kante pflegt immer durch k = a : ∞b : ∞c und ihre stumpfe durch M = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft zu sein, wodurch eine sehr charakteristische achtseitige Säule entsteht, an deren Ende auf der Hinterseite ein Paar o = a′ : c : ½b herrscht, das sich unter 120° 39′ schneidet, wornach Hr. Prof. Weiß den schief gegen die Axe c geneigten Paaren überhaupt $\left(\frac{a}{m} : \frac{b}{n} : c\right)$ im allgemeinen den passenden Namen augitartige

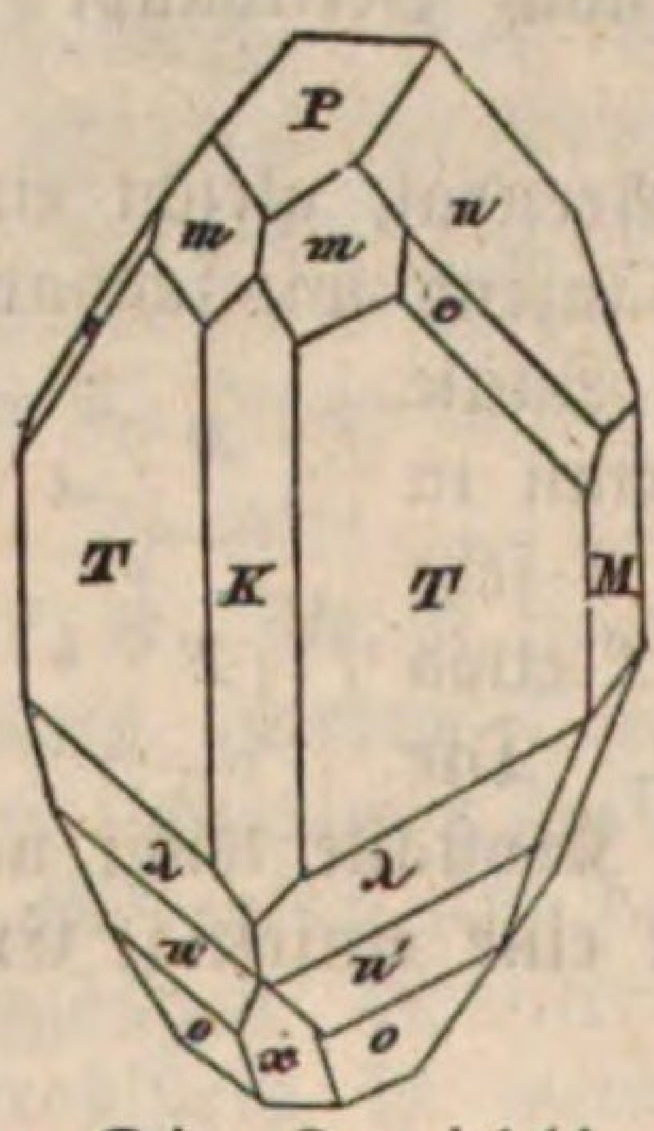


Paare (kurz Augitpaare) gab. Die Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht 74° gegen die Axe c, die hintere Gegenfläche x = a' : c : ∞b dagegen 74° 37' gegen c, es muß sich daher die Axe A nicht wie bei der Hornblende hinten, sondern wie beim Feldspath vorn etwas hinab neigen, und A/c vorn 90° 20' machen. Daraus findet sich

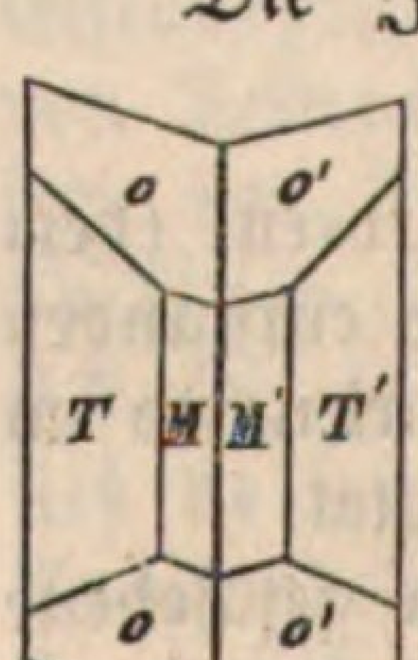
$$a : b : k = 3{,}559 : 3{,}384 : 0{,}0207$$

$$lga = 0{,}55137,\ lgb = 0{,}52938,\ lgk = 8{,}31613.$$

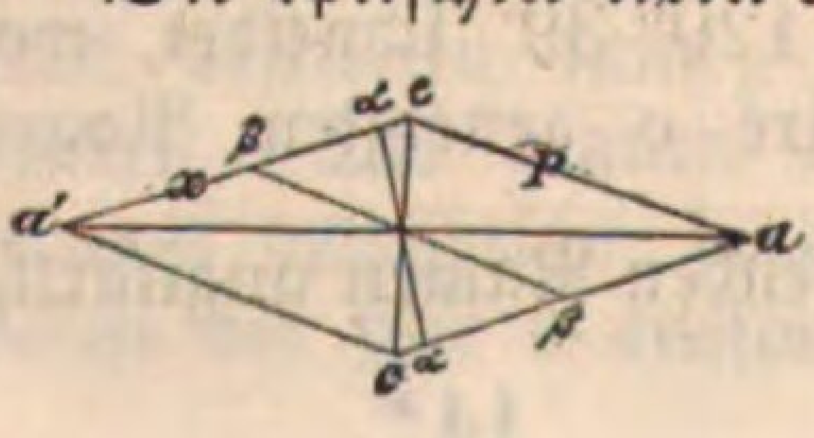




Der Augit ist an Flächen viel reicher als die Hornblende, besonders zeichnet sich der lauchgrüne Fassait aus dem Fassa- und Brossothale und der Diopsid aus. Es herrscht darin die Fläche n = a : c : $\frac{1}{4}$b, 82° 43' über P bildend, in deren Diagonalzone sie fällt. Vorn stumpft m = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c die Kante P/T ab, m/m schneiden sie unter 131$\frac{1}{2}$°. Hinten herrscht dagegen außer o das untere Augitpaar u' = $\frac{1}{3}$a' : $\frac{1}{4}$b : c mit 96° 36' in der Mediankante, der zuweilen auch vorn ein Paar u = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$b : c entsprechen soll, welche die Kante zwischen m und e = $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{6}$b : c abstumpfen würde. Ein noch schärferes Paar auf der Hinterseite bildet λ = $\frac{1}{5}$a' : $\frac{1}{6}$b : c 88° 34'. Diese drei unter einander liegenden Flächenpaare o u' λ sind wichtig für die Orientirung in Hinten, indem ihre Kante mit T die scharfe Säulenkante T/T unter scharfem Winkel schneidet. Selten entspricht der n vorn hinten eine n' = a' : c : $\frac{1}{4}$b. Zuweilen zeigen sich auch undeutliche Anfänge von einer Gradendfläche c : ∞a : ∞b. In der Säule stumpft z = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c die Kante M/T und z' = $\frac{1}{3}$a : b : ∞c die Kante k/T ab. Auch die dreifach schärfere y = $\frac{1}{3}$a' : c : ∞b findet sich zuweilen.



Die Zwillinge verdienen besondere Aufmerksamkeit. Ihre Individuen setzen sich mit k = a : ∞b : ∞c an einander und liegen umgekehrt. Die basaltischen ringsum ausgebildeten zeigen dann an einem Ende einspringende Winkel. Bei den Alpinischen greift nicht selten diese Zwillingsbildung so durch, daß man äußerst vorsichtig in der Deutung der Krystalle des Diopsides und Fassaits sein muß. Die Flächen m o u λ aus der ersten Kantenzone leisten hier durch ihre Winkel an der medianen Säulenkante, der vorn stumpf, hinten scharf ist, die besten Dienste. Die Zwillingsgränze ist nicht selten so versteckt, daß die Optiker lange dadurch irre geführt wurden. Uebrigens kommen bei Hochöfen strahlig krystallisirte Schlacken vor, die sehr an Strahlstein erinnern pag. 213.



Die optischen Axen α β liegen in der Axenebene a c parallel der Fläche M = b : ∞a : ∞c, machen unter sich einen Winkel von 58° 56', der durch Axe c nicht halbirt wird, sondern die optische Axe α macht mit c auf der Hinterseite 9° 26', β daselbst

$68^0\ 22'$, und da die Diagonale von $P = a : c$ mit Axe c 74^0 macht, so fällt β fast damit zusammen, d. h. geht ihr fast parallel. Da man nun die Untersuchung gewöhnlich an den Diopsidsäulen des Zillerthales anstellt, welche sämmtlich Zwillinge sind, so zeigt eine senkrecht gegen Axe c geschliffene Platte vorn dieselben Farben als hinten, was ein 2gliedriges Krystallsystem bezeugen würde. Dr. Ewald hat nun aber gezeigt (Pogg. Ann. 56 174), daß diese Ausnahme im Zwillinge ihren Grund habe, denn trennt man eines der Individuen los, so verhalten sich beide Ringsysteme in Beziehung auf ihre Farben unsymmetrisch, wie bei allen 2 + 1gliedrigen Systemen.

H = 4—6, Gew. 3,2—3,5. Wird durchsichtiger als Hornblende, aber zeigt sonst die gleichen Varietäten. Mehr Neigung zu körnigen als strahligen Bildungen, wodurch sie sich äußerlich von der Hornblende öfter leicht unterscheiden lassen.

Chemisch läßt sich ein sicherer Unterschied von Hornblende und Augit kaum festsetzen, namentlich gibt es auch Thonerdefreie und Thonerdehaltige Varietäten, Flußsäure konnte jedoch G. Rose darin nicht nachweisen. Da sie aber im Allgemeinen etwas weniger Kieselerde als Hornblende enthalten, so gibt man ihnen wohl die Formel $\dot{R}^3 \dddot{S}i^2$, worin die Basis vorzüglich in $\dot{C}a$, $\dot{M}g$ und $\dot{F}e$ besteht. Nur darf man nicht vergessen, daß diesen hypothetischen Annahmen thatsächlich die Analysen oft durchaus nicht entsprechen (Rammelsberg Pogg. Ann. 83. 458).

Das **Vorkommen** ist fast nie in Gebirgsarten, die freien Quarz oder mit Kieselerde gesättigte Feldspäthe enthalten, sondern sie bilden vielmehr mit Labrador, Olivin, Leucit ꝛc. Augitporphyr, Gabbro, Leucitophyre, Nephelingesteine ꝛc. Noch besonders bemerkenswerth ist ihr Vorkommen in den Hochofenschlacken: die schönsten grauen Krystalle mit Winkeln von ungefähr 87^0 hat schon Nöggerath von der Olsberger Eisenhütte bei Bigge in Westphalen beschrieben und Rammelsberg analysirt (Pogg. Ann. 74. 108). Auch der schönen lavendelblauen Schlacken von Eisenhütten, die mit Coaks heitzen (Neukirchen bei Saarbrücken), kann man hier erwähnen: in ihren Drusenräumen finden sich die schönsten achtseitigen Säulen mit Gradendfläche. Obgleich das Matte und Bauchige der Flächen keine genaue Messung zuläßt, so scheint doch der Winkel der Hauptsäule nicht wesentlich vom rechten abzuweichen, deren Kanten gerade abgestumpft werden. Man hat die Säule wohl für quadratisch gehalten und zum Humboldtilit Covelli's gestellt.



Nach Bischoff auf dem Mägdesprung (Zeitschrift deutsch. Geol. Gesellsch. V. 609) bilden sich die Krystalle hauptsächlich bei hitzigem Ofengange. Wenn man dessen glühende Schlacke plötzlich durch kaltes Wasser abkühlt, so entsteht ein leichter zerreiblicher Bimmstein; beim Abkühlen auf trockener Unterlage ein durchsichtiges Glas; unter einer schützenden Decke von trockenem Sande obige Krystalle; in einer Grube mit warmen Kohlengestübbe kommt ein feinstrahliges Gefüge, woran Säulen von 87^0, 124^0 und andere Winkel erkennbar waren, was an Hornblende und Augit erinnert pag. 212. Die Analyse der 8seitigen Säulen gab 41,1 $\dddot{S}i$, 10,9 $\dddot{A}l$, 20,6 $\dot{M}n$, 1,7 $\dot{F}e$, 23,7 $\dot{C}a$ (Pogg. Ann. 74. 101).

1. **Basaltischer Augit** (blättriger Augit Wr.) kommt mit der basaltischen Hornblende zusammen in ringsum gebildeten schwarzen Kry-

stallen mit TMko in Basalttuffen, Laven rc. sehr ausgezeichnet vor. Die Bergmasse pflegt in der Regel leichter zu verwittern, als die Krystalle, und dann kann man letztere in allen vulkanischen Gegenden leicht in großer Menge sammeln. Sie liefern zugleich einen wesentlichen Bestandtheil der Basalte, Mandelsteine und basaltischen Laven selbst. Der Gehalt an Thonerde steigt zwar nicht so hoch als bei der gleichnamigen Hornblende, doch steigt er immerhin auf 5—6,6 p. C. Sie bilden sich noch ausgezeichnet schön in den heutigen Laven, und haben daselbst meist eine grünliche Farbe. Die aus dem Mandelstein des Fassathales zeigen eine Gradendfläche, sonst findet sich außer der 8seitigen Säule als Endigung selten mehr als das Augitpaar o. Interessant die Krystalle im Meteorstein von Juvenas.

2. Gemeiner Augit mit dunkelgrüner bis rabenschwarzer Farbe. Die Zusammensetzung entspricht häufig der Formel $(\dot{C}a, \dot{M}g, \dot{F}e)^3 \dddot{S}i^2$, dunkele enthalten nicht selten noch etwas Thonerde, wie die körnigen aus den Eisensteingruben von Arendal. Diesen sehr verwandt ist der rabenschwarze Jeffersonit von Sparta in New-Jersey, ein ausgezeichneter Augit, aber mit 4 p. C. Zinkoxyd. Dem schwärzlichgrünen Hedenbergit von Tunaberg fehlt die Talkerde, er hat dagegen 28 $\dot{F}e$, daher auch das hohe Gewicht von 3,5 erklärlich. Gruner hat sogar einen asbestartigen Augit mit 52,2 $\dot{F}e$ analysirt, was fast genau einen Eisen-Augit $\dot{F}e^3 \dddot{S}i^2$ von 3,7 Gew. geben würde. Mit dem Lichterwerden der Farbe nimmt der Eisengehalt ab. So enthält der lauchgrüne, körnig abgesonderte

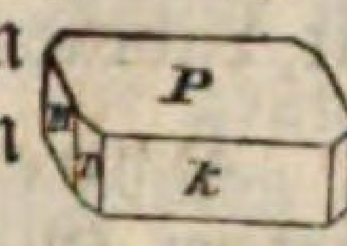
Kokkolith Andrada (κόκκος Kern) nach Vauquelin 7 $\dot{F}e$. Er bildet in Südschweden Lager mit Kalkspath im Magneteisen. Kudernatsch gibt dagegen in dem dunkelgrünen

Fassait neben 4,4 $\dddot{A}l$ 12 $\dot{F}e$ an. Besonders schön krystallisirt kommen sie bei Traversella in den Piemontesischen Alpen vor, sie gleichen hier quadratischen Säulen mit scharfen Endigungen. Die lichtern vom Monzoniberg im Kalkspath mit schwarzem Spinell streifen schon an den Diopsid, ebenso der Baikalit an den Quellen der Sljudenka am Baikalsee.

3. Diopsid $\dot{C}a^3 \dddot{S}i^2 + \dot{M}g^3 \dddot{S}i^2$, grün aber klar und durchsichtig, obgleich Exemplare, zu optischen Versuchen brauchbar, nicht zu den gewöhnlichen gehören. Der Hauy'sche Name soll nicht an die Durchsichtigkeit erinnern, sondern kommt von δίς doppelt und ὄψις Ansicht, weil man über die Kernform doppelte Ansicht haben könne. Es pflegt die Oblongsäule kM zu herrschen, während die Säulenflächen T deren Kanten nur schwach abstumpfen, k ist bauchig gestreift. Die matten Schiefendflächen P und x fehlen nie, sind aber klein, die Paare m und u' dagegen stark ausgedehnt. Mit einem Ende aufgewachsen, welches blasser gefärbt zu sein pflegt, als das freie. Schönste Krystalle mit Granat in Spalten des Serpentins der Alp de la Mussa in Piemont. Armlange und dicke Säulen im Chlorit vom Schwarzenstein im Zillerthal. Geht wie der Strahlstein in Asbest über. Auch als Hüttenprodukt aus dem Eisenhochofen zu Gammelbo (Westmannland).

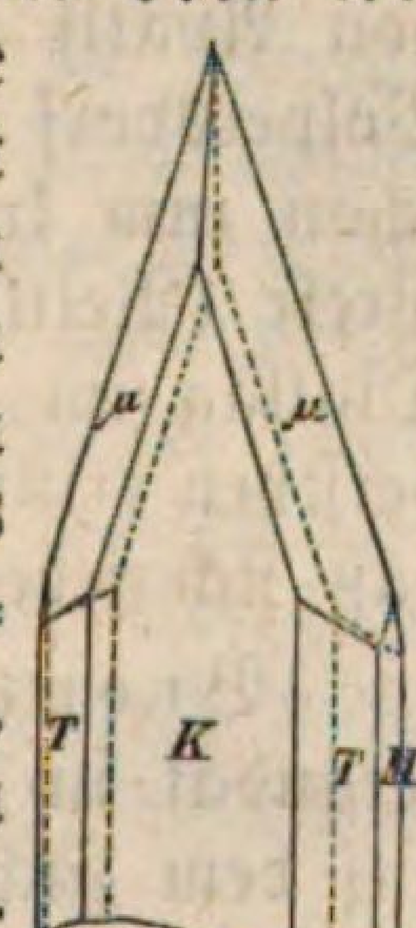
4. Sahlit d'Andrada Scheerer Journ. IV. 31 von der Salasilbergrube in Westermannland, berggrüne trübe strahlige Massen von der Zusammensetzung des Diopsides, aber in der Oblongsäule ist $k = a : \infty b : \infty c$

entschieden blättrig, und dazu kommt eine noch deutlicher blättrige Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$, welche auf M senkrecht steht. Man hatte daher das Mineral lange mit Feldspath verwechselt, allein da es entschieden weicher ist, so nannte es Abilgaard



Malacolith (μάλακος weich). Die blättrige k könnte man sich gefallen lassen, sie führt zum Diallag, aber die blättrige P überrascht, und doch darf man sie wegen ihres Glanzes kaum für Absonderungsfläche halten. Nicht blos in Schweden, sondern auch die berggrünen Strahlen in der Mussa-Alp (Mussit) und von Gefrees im Fichtelgebirge zeigen diesen merkwürdigen Querbruch.

5. Akmit Berz. (nicht Achmit von ἀκμή Spitze) wurde von Ström im Quarz bei Eger ohnweit Kongsberg in fußlangen Strahlen eingewachsen gefunden (Pogg. Ann. V. 158), die dort sehr gemein sind. Schon die übermäßig gestreckten 8seitigen Säulen mit ihren Winkeln stimmen vollkommen mit Augit, k breiter als M, am Ende herrscht (außer $o = a' : c : \frac{1}{2}b$) ein sehr scharfes Paar $\mu = \frac{1}{7}a' : \frac{1}{8}b : c$, und da die Krystalle vorn wie hinten sind, so müssen es Zwillinge sein, die Zwillingsgränze in einer feinen Linie parallel der breiten k im Querbruch leicht verfolgbar. Durch das Zerschlagen des Quarzes bekommt man leicht Endflächen. Die bräunlich schwarzen Krystalle haben außen einen starken Flächenglanz, innen sind sie dagegen gänzlich matt, wie stark veränderte Afterkrystalle. Daraus mag sich auch theilweis die von Augit abweichende Zusammensetzung $\dot{Na}\,\ddot{Si} + \dddot{Fe}\,\ddot{Si}^2$ erklären lassen. Berzelius fand 55,2 $\ddot{Si}$, 31,2 $\dddot{Fe}$, 10,4 $\dot{Na}$. Schmilzt leicht zu einer magnetischen Perle. Vergleiche mit der Form auch den Spodumen pag. 196.



6. Rother Mangankiesel (Rhodonit, ῥόδον Rose) nach seiner Rosenfarbe, übrigens nicht mit $\dot{Mn}\,\ddot{C}$ zu verwechseln. Man findet ihn meist in derben feinkörnigen, hornsteinartigen Massen, doch kommt er zu Långbanshytta in Wermeland blättrig in dem dortigen körnigen Eisenglanz eingesprengt vor mit dem Winkel der Augitsäule, auch gab die Analyse von Berzelius $\dot{Mn}^3\,\ddot{Si}^2$. Der von Schabrowa bei Katharinenberg wird verschliffen, auch hier konnte G. Rose den Säulenwinkel messen. Durch Verwitterung verlieren sie ihre Farbe, und bilden im Kieselschiefer am Schebenholze bei Elbingerode ein schwarz, grün und roth gefärbtes Gestein, fast mit Jaspisbruch, woraus man sogar gewagt hat, verschiedene Mineralspecies zu machen. Der

Bustamit aus Mexiko $2\,\dot{Mn}^3\,\ddot{Si}^2 + \dot{Ca}^3\,\ddot{Si}^2$ von strahliger Struktur und röthlicher Farbe könnte auch hierhin gehören. Auch Shepard's röthlich brauner

Fowlerit von Stirling in New-Yersey, 3,6 Gew. ist ein Manganaugit $(\dot{Mn}, \dot{Fe}, \dot{Zn}, \dot{Ca})^3\,\ddot{Si}^2$ mit 5,8 $\dot{Zn}$, er kommt in großen Krystallen vor.

3. Diallag.

Augite, woran $k = a : \infty b : \infty c$ blättriger ist als die Säule $T = a : b : \infty c$. Man hat mehrere Varietäten unterschieden. Sie

spielen in dem Gabbrogestein eine auffallende Rolle, stets in Verbindung mit Labrador. Dahin gehören besonders folgende drei:

Hypersthen Hauy ὑπέρ über, σθένος Kraft, weil er sich durch stärkern Glanz und stärkere Härte von Hornblende unterscheiden sollte, wozu ihn Werner (labradorische Hornblende) stellte. Als Hauy den Unterschied von Hornblende nachgewiesen hatte, nannte ihn Werner Paulit von der St. Paulsinsel bei Labrador, von wo er damals einzig und allein bekannt wurde und zwar in Begleitung des prachtvoll farbespielenden Labrador's, welches Gestein den Namen Hypersthenfels führt (Pogg. Ann. 34. 10). Der Blätterbruch k ist sehr deutlich mit einem halbmetallischen ins Kupferroth sich neigenden Glanz, senkrecht dagegen steht der fasrige Bruch $M = b : \infty a : \infty c$. Versteckt liegen die Brüche der Augitischen Säule T. Braune Farbe gewöhnlich. Härte 6, Gew. 3,4. Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer, $\dot{M}g^3 \dddot{S}i^2 + \dot{F}e^3 \dddot{S}i^2$. Verwächst gern mit Hornblende und enthält meist Titaneisen. Außer der St. Paulsinsel ist der Hypersthenfels von Elfdalen berühmt, welcher verschliffen wird, Nadeln von Apatit und Olivin enthält. Prachtvoll sind die großen Blätter von Volpersdorf bei Neurode in Schlesien, der von Penig in Sachsen neigt schon zum krummblättrigen, ist aber noch Kupferroth, im Gestein von La Prese (Veltlin) ist er bereits so blättrig, daß diesen G. Rose schon zum Diallag im engern Sinn stellt, obgleich die braune Farbe stark an Hypersthen erinnert. Harz, Hebriden, Amerika. Doch muß man nicht meinen, daß sich jedes einzelne dieser Gesteine fest deuten ließe.

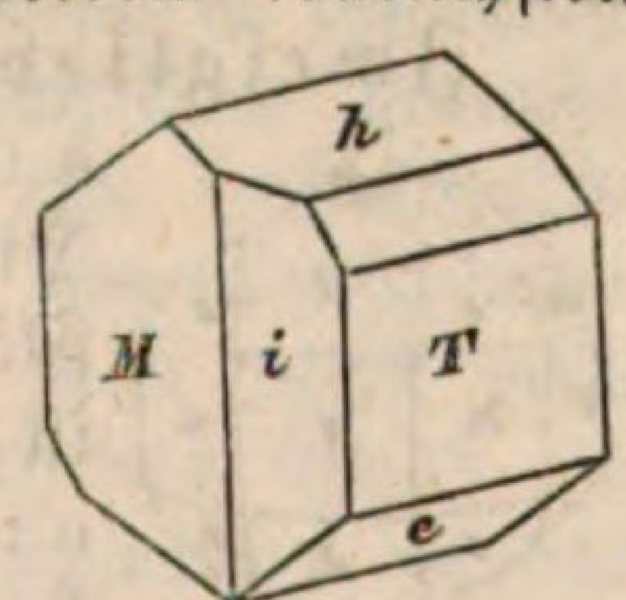
Bronzit Karsten Klaproths Beitr. V. 32 aus dem Serpentin von Kraubat in Steiermark, und später noch ausgezeichneter von Kupferberg auf dem Fichtelgebirge, in den Olivinmassen am Stempel bei Marburg 2c. Nach seiner lichten tombakbraunen Farbe genannt, da diese ins Nelkenbraune geht, so nannte ihn Werner blättrigen Anthophyllit. Die Fläche k bildet zwar noch den deutlichsten unter den Blätterbrüchen, allein sie ist eigenthümlich krummflächig und fasrig, daher zeigt sich auch bei der Bewegung ein innerer Lichtschein, Gew. 3,27. Er steht an der Gränze der Schmelzbarkeit, aber da man von ihm leicht die feinsten Fasern spalten kann, so läßt sich an dieselben ein Köpfchen schmelzen. $3 \dot{M}g^3 \dddot{S}i^2 + \dot{F}e^3 Si^2$, doch wird der Eisengehalt wechselnd angegeben. Der aus dem Serpentin von Kupferberg wird durch Verwitterung so weich wie Talk, (Phästin), fühlt sich auch fettig an, ohne Lichtschein und Faserstruktur aufzugeben. Eine höchst eigenthümliche Veränderung!

Diallag Hauy (διαλλαγή Veränderung, eine sehr gesuchte Benennung, die auf die Ungleichheit der Blätterbrüche anspielen soll). Hauptsächlich mit Labrador in der Gabbro. Der blättrige Bruch $k = a : \infty b : \infty c$ wird so ausgezeichnet, daß er häufig an Glimmer erinnert, der Säulenbruch T nicht mehr erkennbar, aber nach $M = b : \infty a : \infty$, springt er fasrig weg. Gern grüne Farbe, $H = 4-5$, Gew. 3,2—3,4. Vor dem Löthrohr schmilzt er leichter als Bronzit, aber schwerer als Augit. Man gibt ihm die Formel des Augits $(3 \dot{M}g + 2 \dot{C}a + \dot{F}e)^3 \dddot{S}i^2$, obgleich der Winkel der Säule noch nicht nachgewiesen wurde. Es ist hier auch der Schillerspath pag. 205 zu vergleichen. Als Normalspecies sieht man den Bronzefarbigen von La Prese im Veltlin an, kleinblättriger

sind die berggrünen von der Baste im Harzeburger Forst, am Rande mit nelkenbrauner Hornblende verwachsen (Pogg. Ann. 13. 101). Die grünen sind meist verdächtig, denn gerade die schönsten fast smaragdgrünen im Saussurit von Turin und Corsika (Saussure's Smaragdit) sollen nach Haidinger Gemische von Hornblende und Augit sein (Gilbert's Ann. 1823, Band 75. 365). Beide nicht selten mit einander so verwachsen, daß ihre Achsen a b c respective zusammenfallen. Es erinnert an die Afterbildung des Uralits pag. 209 und ist um so merkwürdiger, da sich solche Verwachsungen bei der ganzen Diallaggruppe wiederholen. Gewöhnlich bringt die Hornblende in etwas anderer Farbe vom Rande herein. Werner's

Omphacit (ὀμφαξ unreife Traube) nach der grünen Farbe genannt, kommt körnig in Begleitung von rothem Granat und blauem Cyanit besonders schön bei Hof im Fichtelgebirge und am Bacher in Untersteyermark vor. Auch hier ist Hornblende mit Augit unregelmäßig durcheinander gemischt. Am Bacher soll das zum Smaragdgrünen sich neigende Fossil Augit und das braunere Hornblende sein.

Wollastonit Hauy. Schon 1793 entdeckte ihn Stütz im Wiener Museum in den blauen Kalken mit braunen Granaten und Buntkupfererz von Cziklowa im Banat und nannte ihn Tafelspath, Werner Schalstein und Klaproth Beitr. III. 289 lieferte die Analyse, welche auf $\dot{C}a^3 \ddot{S}i^2$ also augitische Zusammensetzung führte, allein das Krystallsystem kann damit nicht recht in Uebereinstimmung gebracht werden. Es scheint wie beim Epidot gewendet 2 + 1gliedrig. Die schneeweißen Strahlen von Finnland und dem Banat zeigen 4blättrige Brüche, denen auch nicht selten sehr deutliche Krystallflächen entsprechen. Die beiden deutlichsten aber einander ungleichen Blätterbrüche M/T schneiden sich nach Phillips unter 95° 20′, nach der deutlicher blättrigen T werden die Massen breitstrahlig. Ein dritter Blätterbruch i stumpft die stumpfe Säulenkante ungleich ab, i/T = 135° 30′ und i/M = 139° 45′. Auch ein 4ter, welcher die scharfe Säulenkante von 84° 40′ abstumpft, schimmert öfter deutlich. Phillips gibt auch die Enden unsymmetrisch an h/T = 126°, e/T = 139° 45′. Später hat Brooke (Pogg. Ann. 23. 363) einen Krystall aus den Auswürflingen des Vesuvs gemessen, der ebenfalls 4 Blätterbrüche in einer Zone hatte, die Winkel sind aber (theils aus unvollkommener Angabe) mit den Banater nicht in Uebereinstimmung zu bringen. Darnach scheint aber das System 2 + 1gliedrig. Eine Säule von 95° 38′ wird angegeben, deren vordere stumpfe Kante der erste Blätterbruch gerade abstumpft. Eine blättrige Schiefendfläche P macht mit den Säulenflächen 104° 48′ und mit der Axe c 69° 48′.



Kobell gibt (Münchener Gelehrte Anzeigen 1843. II. 948) bei dem mit röthlichen serpentinartigen Spadait am Capo di Bove vorkommenden Krystallen eine Säule von 140° an, deren vordere stumpfe Kante der blättrige Bruch T gerade abstumpft, worauf M sich unter 95½° gerade aufsetzt, diese Winkel würden in Beziehung auf die Blätterbrüche mit denen von Phillip's stimmen.

Härte 4—5, Gew. 2,8. Weiße bis schneeweiße Farbe, durch Reibung und Erwärmen phosphorescirend. Sehr brüchig.

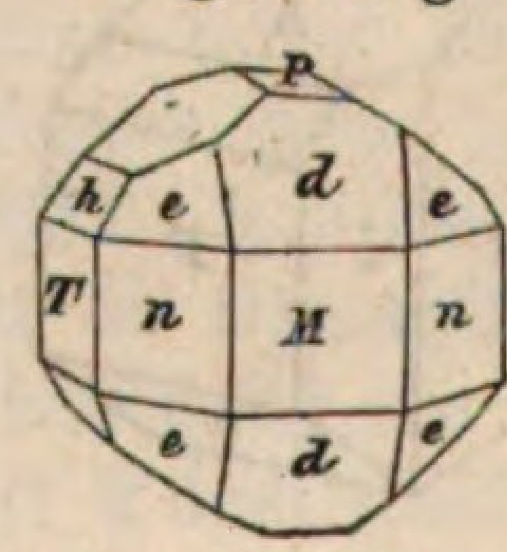
Vor dem Löthrohr schmilzt er ziemlich schwer zu einer klaren Perle, zeigt dabei eine von Kalk herrührende schwache rothe Färbung der Flamme. Salzsäure zerlegt ihn und bildet eine Gallerte: 51,4 $\dddot{S}i$, 47,4 $\dot{C}a$ stimmt gut mit der Formel $\dot{C}a^3 \dddot{S}i^2$. Im körnigen Kalkspath im Banat und Finnland (Perhenieni). Bei Auerbach an der Bergstraße im späthigen Kalke mit Granat. Verschieden davon ist das Vorkommen im Mandelstein von Dumbarton, in der Lava von Capo di Bove, in den Auswürflingen des Vesuvs von Granat und Leucit begleitet.

Dana's Danburit (Silliman's Amer. Journ. 1850. IX. 286) von Danbury in Conecticut im Feldspath mit Dolomit. Gelbliche Chondroditartige Krystalle mit 2 blättrigen Brüchen von 110°, scheinbar eingliedrig. H = 7, Gew. 2,95. 9,2 Borsäure, 49,7 $\dddot{S}i$, 22,8 $\dot{C}a$, 9,8 $\dot{N}a$, 4,3 $\dot{K}a$ ꝛc.

4. Olivin.

Werner schrieb 1790 im Bergmännischen Journal III. 2. pag. 54 eine besondere Abhandlung darüber, und hieß ihn nach seiner olivengrünen Farbe, schied aber den edlen Olivin als Chrysolith ab, doch vereinigte sie Hauy wieder unter dem in Frankreich bei den Steinschleifern gebräuchlichen Namen Peridot. Chrysolythus beschreibt Plinius 37. 42 als einen goldgelben Stein (aureo fulgore), daher nimmt es Wunder, daß die Mineralogen vor Werner alle harten durchsichtigen gelblich grünen Steine, wie Olivin, Turmalin, Chrysoberyll, Beryll, Prehnit, Apatit, Zirkon, Flußspath ꝛc. darunter begriffen, während derselbe besser auf die gelbe Farbe des Topases gepaßt hätte. Man scheint hauptsächlich durch Wallerius Mineralogie in diesen Fehler gefallen zu sein.

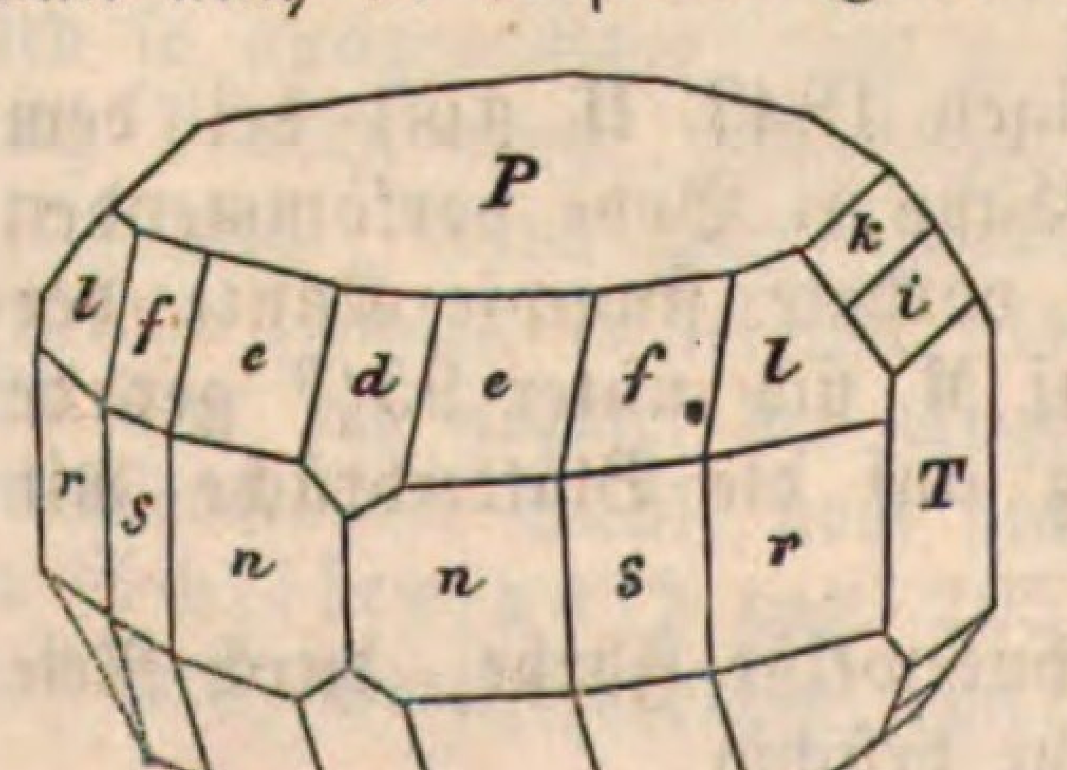
Zweigliedriges Krystallsystem: eine geschobene Säule n = a : b : ∞c bildet vorn den stumpfen Winkel von 130° 2′.



Dieselbe wird aber meist tafelartig durch die längsgestreifte Fläche M = a : ∞b : ∞c. Die matte T = b : ∞a : ∞c ist nur sehr versteckt blättrig. Die Gradendfläche P = c : ∞a : ∞b gewinnt selten an Ausdehnung. Ein auf die stumpfe Säulenkante aufgesetztes Paar d = a : c : ∞b 76° 54′ (in c) ist wegen des starken Glanzes leicht meßbar. Aus den Winkeln von n/n und d/d ergibt sich

$$a : b = 0{,}794 : 1{,}704 = \sqrt{0{,}6304} : \sqrt{2{,}908},$$
$$lga = 9{,}89983,\ lgb = 0{,}23148.$$

Die glänzenden Oktaederflächen e = a : b : c fehlen selten, ihre seitliche Endkante wird durch die rauhe h = b : c : ∞a gerade abgestumpft, die sich unter 119° 12′ schneiden, rauh ist ferner k = $\frac{1}{2}$b : c : ∞a 80° 53, da nun auch in derselben Zone P und T matt war, so kann man sich darnach leicht in die Stellung der Krystalle finden.



Schöne deutliche Formen gehören übrigens zu den Seltenheiten, um so überraschender war es, als G. Rose (Pogg. Ann. 4. 185) aus dem Pallasischen Meteoreisen die flächenreichsten Krystalle beschrieb, welche außer n PT, d, e, k noch i = $\frac{1}{4}$b : ∞a : c, f = a : c : $\frac{1}{2}$b, l = a : c : $\frac{1}{3}$b, s = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c und r = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c hatten. P war daran stärker

als gewöhnlich ausgedehnt und parallel der Axe a gestreift. Die Form des Olivins hat große Aehnlichkeit mit der des Chrysoberylls, aber Zwillinge kennt man kaum (am Vesuv), diese kommen jedoch bei den Afterkrystallen des Serpentins nach Olivin häufig vor pag. 204, sie haben h = b : c : ∞a gemein. Ja bei diesen Afterkrystallen finden sich noch die Flächen $\delta = \frac{1}{2}a : c : \infty b$, $\varepsilon = \frac{1}{2}a : b : c$, $\varphi = \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}b : c$ und $\lambda = \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}b : c$, welcher Reichthum an Humit erinnert. Härte 7, Gew. 3,35, Glasglanz, große Durchscheinenheit und gelblichgrüne Farbe.

Im Feuer bleibt er fast unverändert und schmilzt namentlich nicht vor dem Löthrohr, nur die mit starkem Eisengehalt werden angegriffen. Die Kalkerde ist ihm fremd, $\dot{Mg}^3 \ddot{Si}$, dagegen enthalten alle einen bedeutenden Gehalt an $\dot{Fe}^3$, auch etwas Nickeloxyd und Berzelius gibt bei den Pallasischen und Böhmischen bis 0,2 Kupfer- und Zinnoxyd an. „Salzsäure greift ihn nicht merklich an, dagegen wird das Pulver von Schwefelsäure vollkommen zur Gallerte zersetzt." 41,2 $\ddot{Si}$, 50,3 $\dot{Mg}$, 8,5 $\dot{Fe}$. Der Basalt nebst Verwandten bildet fast die einzige Fundstätte, hier kommt er nicht blos in einzelnen Körnern eingesprengt vor, sondern auch in kugelförmigen Haufen von ½′ bis über 2′ Durchmesser, wie am Dreiser Weiher bei Dockweiler in der Eifel, zu Naurod bei Wiesbaden ꝛc. Solche Haufwerke sind schwer erklärlich, und erscheinen zumal bei der Unschmelzbarkeit wie fremdartige Einschlüsse. Im Hypersthenfels von Elfdalen erkannte G. Rose zuerst gelblichen Olivin, später fand er sich im Talkschiefer am Berge Itkul südlich Syßerck bei Katharinenburg in olivengrünen durchsichtigen Stücken, bis Faustgröße (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1849. Bd. 46. pag. 222). Auf die schönen Olivine in den Höhlungen des Pallasischen Meteoreisens wurde oben aufmerksam gemacht, schon Biot zeigte, daß es keine glasige Masse, sondern eine krystallinische Substanz mit zwei optischen Axen sei, und neuerlich beweist Ebelmen (Erdmann's J. p. C. 1851. Bd. 54. pag. 162), daß man leicht gelbe durchsichtige Krystalle bekomme, wenn man in einem offenen Gefäß auf Platindraht 4,5 $\ddot{Si}$ + 6,1 $\dot{Mg}$ + 6 $\ddot{B}$ mit einander schmelze, woraus die leichte Bildung in Basalten erklärlich erscheint.

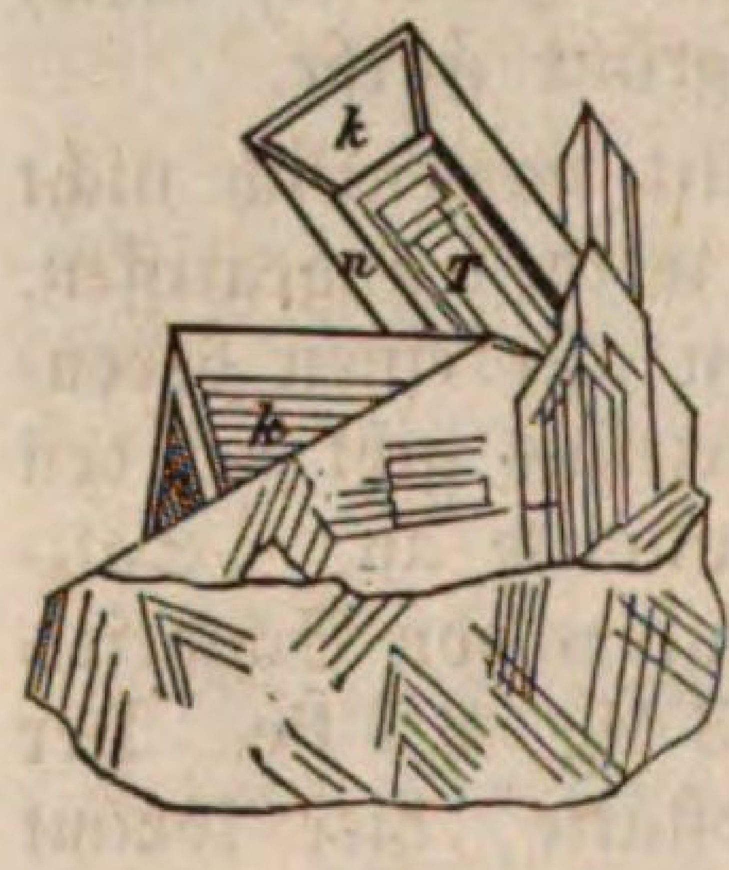
Der Chrysolith (edle Olivin) wird vielfach verschliffen, und soll besonders aus Egypten und Brasilien in rohen Körnern eingeführt werden. Die geschliffenen kann man leicht mit Vesuvian verwechseln.

Hyalosiderit Walchner (ὕαλος Glas) aus dem Mandelstein der Limburg bei Sasbach am Kaiserstuhl unmittelbar am Rhein. Ein Eisenolivin mit 29,7 $\dot{Fe}$. Freilich haben die meisten stark durch Verwitterung gelitten, sie laufen dann ziegelroth an. Kleine Oktaeder mit den Flächen **k s T n**. Schmilzt zu einer magnetischen Schlacke.

Monticellit Brooke aus den Sommaauswürflingen scheint ein farbloser Chrysolith zu sein, und nach Scacchi aus $\dot{Mg}^3 \ddot{Si} + \dot{Ca}^3 \ddot{Si}$ zu bestehen. Der nach seiner Froschlaichähnlichen Farbe genannte Batrachit Breithaupts vom Rizoniberge in Südtirol soll die gleiche Zusammensetzung haben, nur noch 3 p. C. $\dot{Fe}$ enthalten, obgleich er als rhombische Säule von 115⁰ mit schwachem Blätterbruch beschrieben wird. Breithaupt's Tephroit von Sparta in New-Yersey mit Franklinit und Rothzinkerz könnte ein Manganchrysolith sein, $(\dot{Mn}, \dot{Fe})^3 \ddot{Si}$, allein die asch-

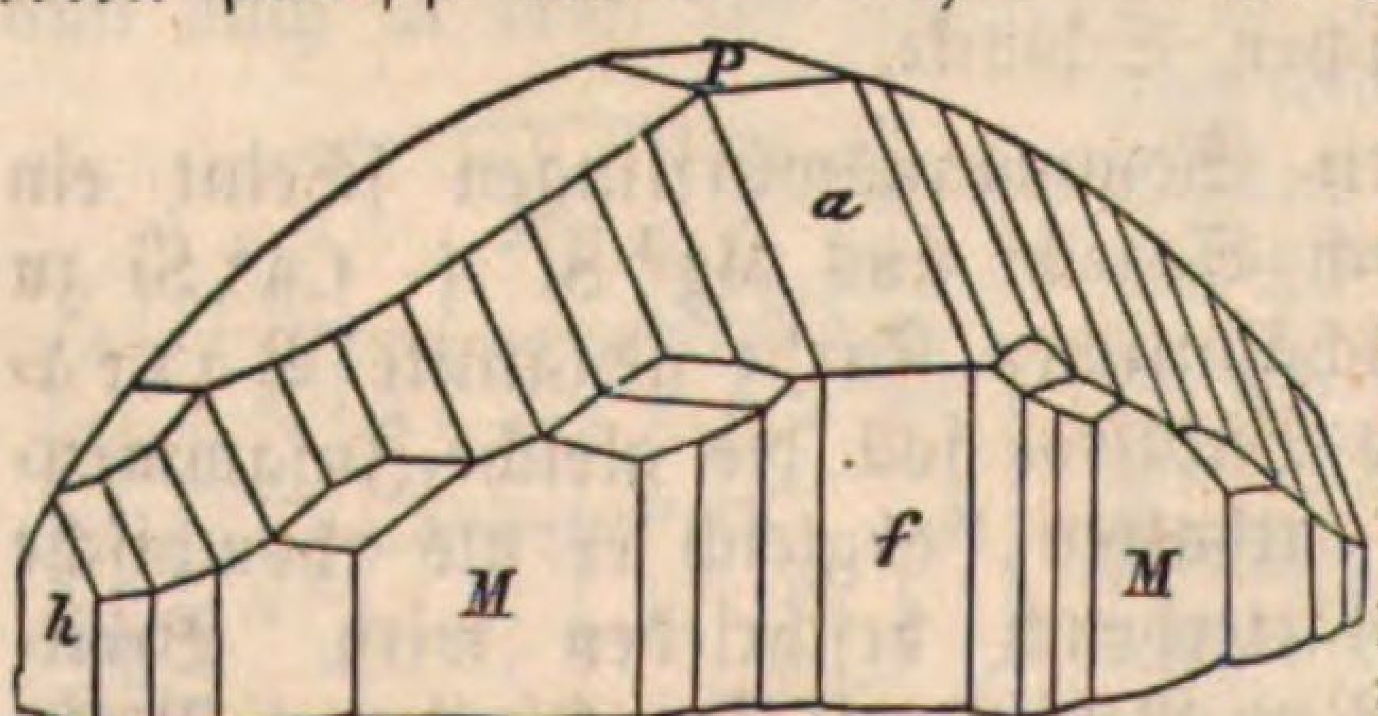
graue körnige Substanz kennt man nicht krystallisirt. Vergleiche auch Knebelit.

Eisenfrischschlacke (Fayalit). Bei dem Frischprozesse des Eisens bilden sich sehr blättrige krystallinische Schlacken von eisenschwarzer Farbe mit einem Stich ins Gelbe. Mitscherlich (Abh. Berl. Akad. 1822 pag. 29) hat davon zuerst nachgewiesen, daß sie nicht blos die Formel eines ausgezeichneten Eisenolivins ($\dot{F}e^3 \dddot{S}i$), sondern auch die Form haben. Es sind treppenförmige Oblongoktaeder mit n = a : b : ∞c 130° 28′ und k = ½b : c : ∞a 81° 17′, deren eine Ecke durch T = b : ∞a : ∞c nicht selten so stark abgestumpft wird, daß es papierdünne Tafeln gibt. Solche Tafeln haben aber immer Neigung, sich zu zelligen Oblongoktaedern zu gruppiren, weßhalb sie auch eine ausgezeichnete doppelte Streifung parallel T/n und T/k zeigen. Ein deutlicher Blätterbruch P = c : ∞a : ∞b stumpft die scharfe Kante k/k gerade ab, auf demselben erkennt man öfter in ausgezeichneter Weise die Absonderungsstreifen der Tafeln, so daß derbe körnige Stücke auf ihren Bruchflächen Figuren zeigen ähnlich den Widmannstätten'schen an geätzten Meteoreisen. Da man diese Struktur auch an Hochstetter's



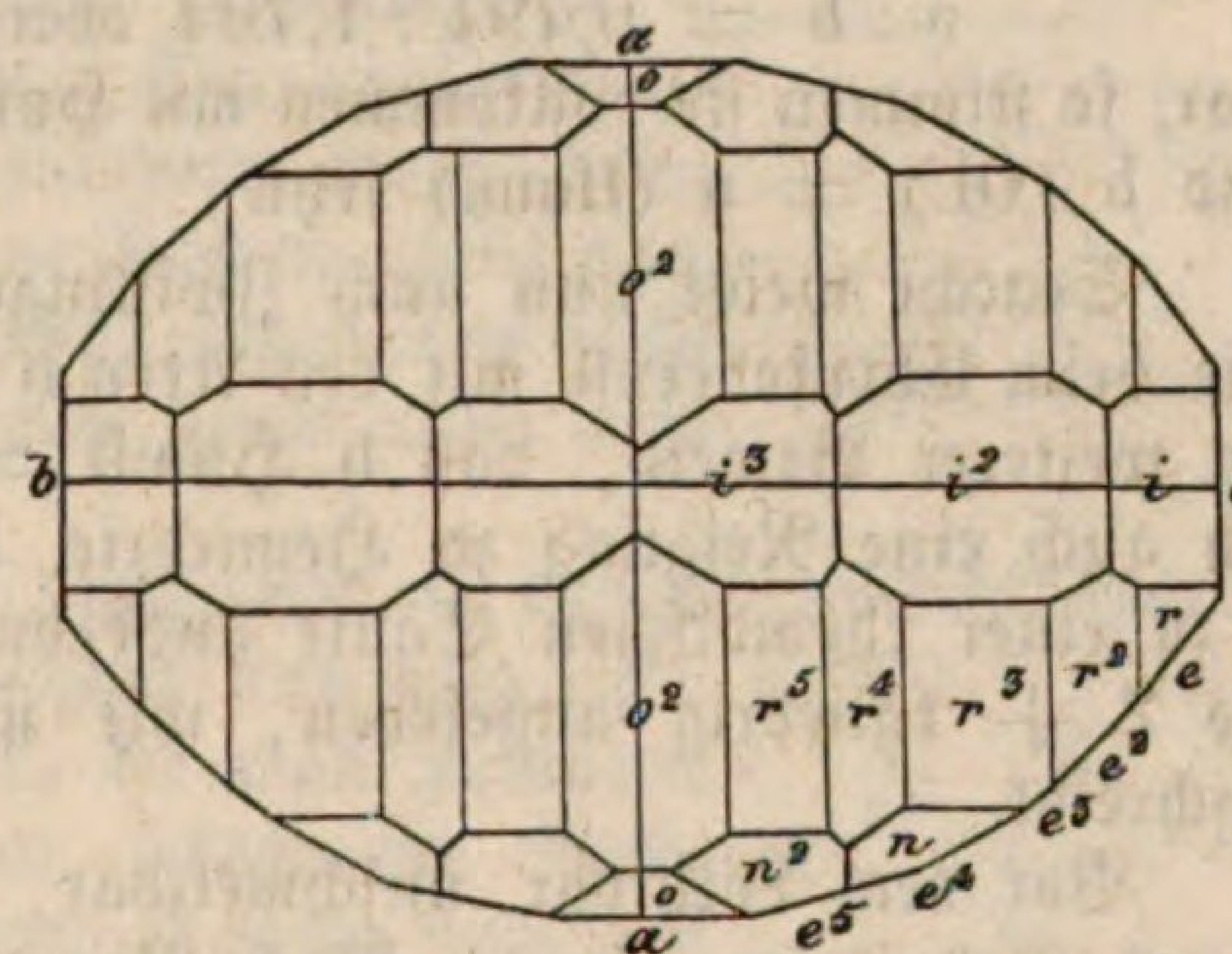
Fayalit von der Azorischen Insel Fayal findet, wo es an der Küste in Blöcken lag, die oberflächlich ganz wie Schlacken aussehen, so sind auch diese ohne Zweifel Kunstprodukte, wahrscheinlich Ballast von Schiffen. Die Farbe mancher solcher Schlacken gleicht dem Eisenglanz, ihre Krystalle haben auch wohl einen gelblichen Schmelzüberzug, was lebhaft an den rothen Ueberzug des Hyalosiderits erinnert.

Humit aus den Sommablöcken (1817 von Graf v. Bournon nach dem damaligen Vicepräsidenten der Londoner geol. Gesellsch. genannt), wo er in kleinen braungelben mit viel Flächen überladenen Krystallen vorkommt, die man leicht mit Vesuvian verwechselt, Härte 6--7, Gew. 3,2. Die Formen lassen sich zwar nicht leicht mit Olivin in Uebereinstimmung bringen, allein einen Theil der Schuld scheint das außerordentlich flächenreiche System zu tragen. Wir verdanken dem Franzosen Marignac, besonders aber dem Hrn. Scacchi in Neapel eine äußerst mühsame und gründliche Abhandlung (Pogg. Ann. Ergänzungsband III. 1853 pag. 161). Darnach ist das System wie beim Olivin 2gliedrig, auch Phillips beschrieb es so: eine geschobene Säule M = a : b : ∞c 120° (120° 20′ Sc.), deren stumpfe Kante durch f = a : ∞b : ∞c, und deren scharfe durch h = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft wird, außerdem kommt eine Gradendfläche P = c : ∞a : b ∞vor. Ein vorderes Paar a = a : c : ∞b macht in c 129° 40′ (130° 24′ Sc.). Dieser Winkel würde zwar gut mit der Säule n des Olivins stimmen, allein man kann M nicht für h des Olivins



nehmen, da M/M ihren stumpfen Winkel von 120° hinlegt, wo h/h ihren

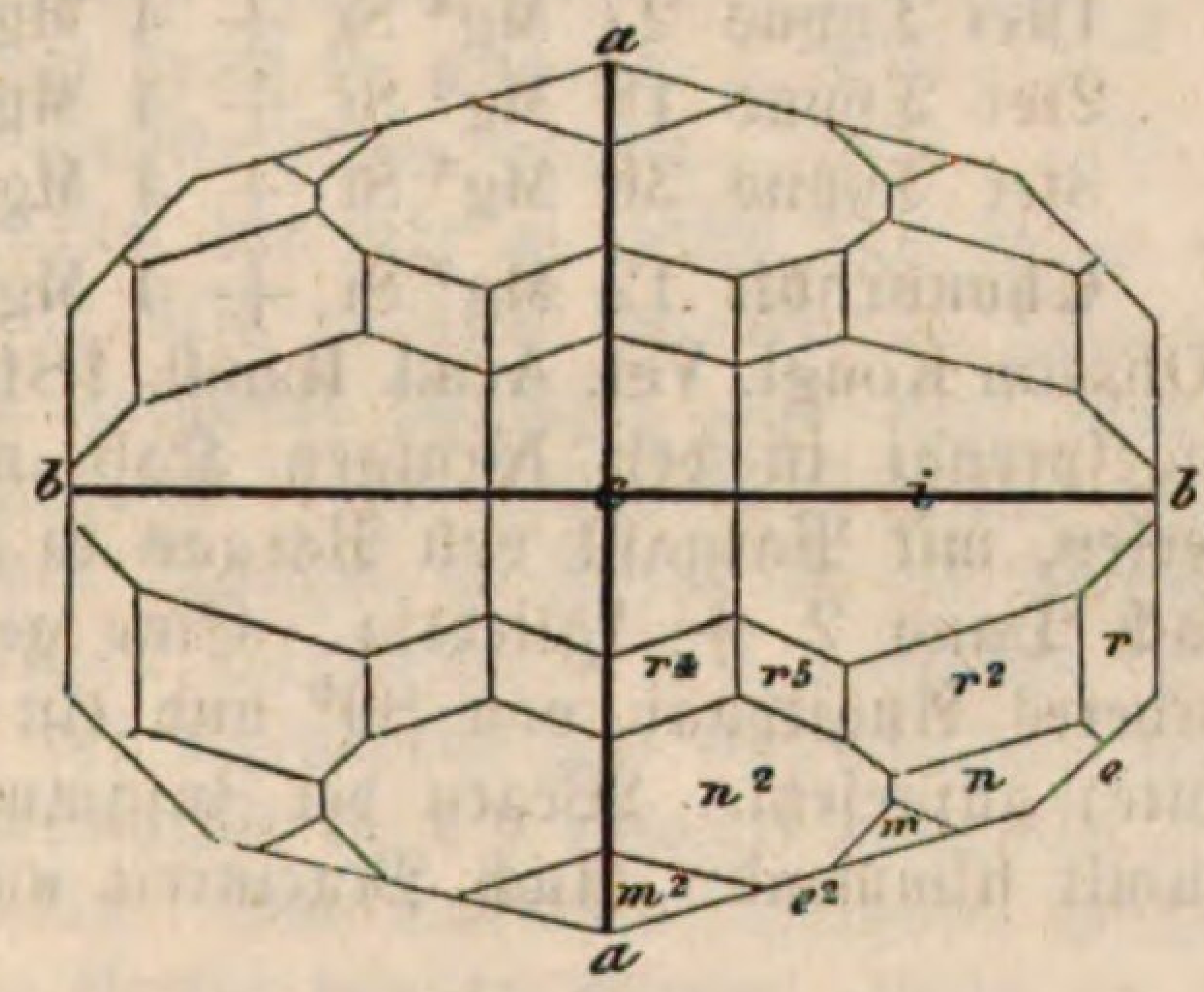
scharfen hat. Ist nun schon bei Phillips die Ueberladung der Flächen außerordentlich, so geht Scacchi noch weiter: er unterscheidet dreierlei Typen, deren Winkel etwas von einander abweichen. Im ersten Typus geht derselbe von der Säule $e^5 = a : b : \infty c$ aus, die vorn 152° 26′ macht, und von $o^2 = c : 2a : \infty b$ in c sich unter 130° 24′ schneidend, daraus folgt für



Typus I.

$a : b : c = 0{,}2453 : 1 : 0{,}2271$. Unter dieser Voraussetzung ist $i^3 = b : c : \infty a$, $i^2 = b : 3c : \infty a$, $i = b : 5c : \infty a$, $n^2 = a : b : c$, $n = a : c : \frac{1}{3}b$ ꝛc.

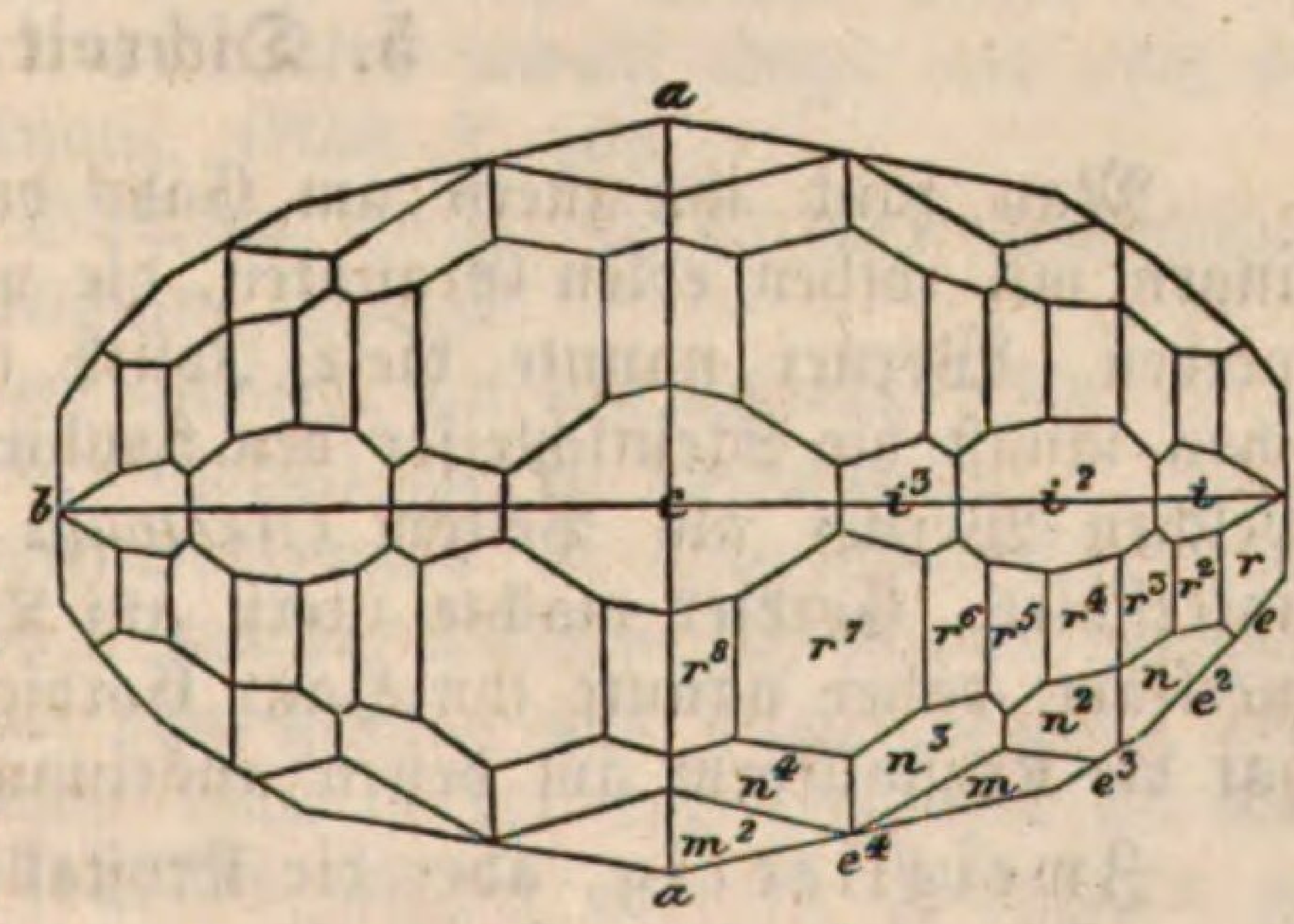
Im 2ten Typus geht Scacchi von $e^2 = a : b : \infty c$ 142° 4′ und $i = b : 2c : \infty a$ 115° 2′ aus, daraus folgt für



Typus II.

$a : b : c = 0{,}3438 : 1 : 0{,}3184$. In diesem Falle ist $n^2 = a : b\ c$, $n = a : c : \frac{1}{3}b$, $r^4 = a : b : \frac{1}{2}c$, $r^3 = a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c$, $m = \frac{1}{3}a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c$, $m^2 = b : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}c$ ꝛc.

Im dritten Typus, der seines Flächenreichthums wegen wahrscheinlich mit Phillips schöner Figur stimmt, geht man von $e^4 = a : b : \infty c$ 158° 24′ und $i^3 = b : 2c : \infty a$ 141° aus, dann folgt für



Typus III.

$a : b : c = 0{,}1907 : 1 : 0{,}1765$. Jetzt ist nun $n^4 = a : b : c$, $n^3 = a : c : \frac{1}{3}b$, $n^2 = a : c : \frac{1}{5}b$, $n = a : c : \frac{1}{7}b$; $r^8 = a : \frac{1}{2}c : b$, $r^7 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{3}b$, $r^6 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{5}b$, $r^5 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{7}b$, $r^4 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{9}b$, $r^3 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{11}b$, $r^2 = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{13}b$, $r = a : \frac{1}{2}c : \frac{1}{15}b$; $i^2 = b : 4c : \infty a$, $i = b : 6c : \infty a$; $e^3 = a : \frac{1}{3}b : \infty c$, $e^2 = a : \frac{1}{5}b : \infty c$, $e = a : \frac{1}{7}b : \infty c$; $m = a : \frac{3}{2}c : \frac{1}{3}b$, $m^2 = a : \frac{3}{2}c : 3b$. Merkwürdig ist an diesen Axen, daß bei gleicher $b = 1$ die a und c sich der Reihe nach wie die Zahlen 7 : 5 : 9 verhalten. Denn

$$a = 0{,}245 \cdot 7 = 0{,}343 \cdot 5 = 0{,}19 \quad \cdot 9 = 1{,}717$$
$$c = 0{,}227 \cdot 7 = 0{,}318 \cdot 5 = 0{,}176 \cdot 9 = 1{,}59.$$

Würde man daher von den Axen $a : b : c = 1{,}717 : 1 : 1{,}59$ ausgehen, so blieben in allen Typen die Ausdrücke von b gleich, die a und c des

ersten Typus müßte man aber mit 7, des zweiten mit 5 und des dritten mit 9 dividiren. Da alle Ausdrücke rational bleiben, so sollte man allerdings sämmtliche, als einem System angehörig betrachten können. Dann hätte der Humit 50 verschiedene Flächenzeichen mit 3 Einzelflächen, 20 Paaren und 27 Oktaedern, Summa 151 Krystallräume.

Vergleichen wir nun diese Axen mit denen des Olivins, wo

$$a : b = 0{,}794 : 1{,}704 \text{ oder } 2a : b = 1{,}59 : 1{,}704$$

war, so stimmen sie vollkommen mit Humit, wenn man 2a (Ol.) = c (Hum.) und b (Ol.) = a (Hum.) setzt.

Scacchi weist nun auch Zwillinge und Drillinge nach, die sich ganz wie beim Chrysoberyll mit den Axen b unter 60° (ungefähr) durchwachsen, ein weiterer Beweis, daß b Humit = c Chrysoberyll sei. Oefter zeigt sich auch eine Neigung zu Hemiedrie, indem von den Oktaederflächen sich 2 zu einer rhombischen Säule ausdehnen, daher wurden sie längere Zeit als 2 + 1gliedrig angesehen, wie sie Miller Mineral. pag. 352 noch beschreibt.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, im Wesentlichen $\dot{M}g^4 \dddot{S}i$ aber mit einem Gehalt an Fluor. Nach Rammelsberg

1ster Typus 27 $\dot{M}g^4 \dddot{S}i + 4\,Mg\,Fl + Si\,Fl^3$
2ter Typus 18 $\dot{M}g^4 \dddot{S}i + 4\,Mg\,Fl + Si\,Fl^3$
3ter Typus 36 $\dot{M}g^4 \dddot{S}i + 4\,Mg\,Fl + Si\,Fl^3$

Chondrodit 12 $\dot{M}g^4 \dddot{S}i + 4\,Mg\,Fl + Si\,Fl^3$ (χόνδρος Korn) Graf d'Ohsson Kongl. Vet. Acad. Handl. 1817. pag. 206. — Wachsgelbe Körner eingesprengt in den körnigen Kalk mit Graphit von Sparta in New-Yersey, mit Pargasit von Pargas in Finnland ꝛc. Gute Krystalle selten. Nach Dana 2 + 1gliedrig. Eine geschobene Säule von 68°, darauf ein vorderes Augitpaar von 89° und ein hinteres von 80° (in der Mediankante) aufgesetzt. Wegen der Zusammensetzung dennoch wahrscheinlich mit Humit stimmend. Auch Maclureit und Brucit genannt.

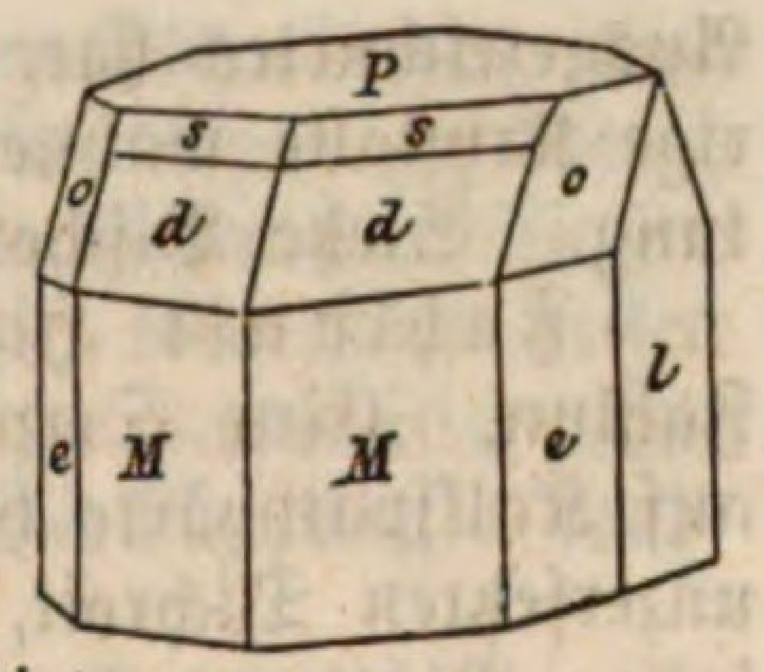
5. Dichroit Cord.

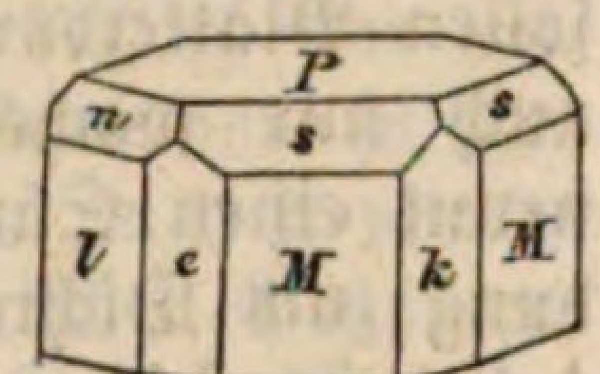
Man fand ihn zuerst am Cabo de Gata in Südspanien in Fündlingen mit rothen edlen Granaten, die von basaltischer Lava eingeschlossen werden, Werner nannte diese Jolith (ἴον Veilchen). Freilich kannten schon längst die Steinschleifer den Saphir d'eau (Luchssaphir) von Ceylon, welchen Werner als Peliom (πελίωμα Farbe des unterlaufenen Bluts) unterschied. Cordier machte zuerst auf Krystallform und Dichroismus aufmerksam, daher nannte ihn Hauy Cordierit. Tamnau Pogg. Ann. 12. 495 hat die Krystallform am besten auseinander gesetzt. Sie sind ohne Zweifel

Zweigliedrig, aber die Krystalle nicht mit dem Goniometer meßbar. Die rhombische Säule M = a : b : ∞c ist ungefähr 120°, und das Oktaeder d = a : b : c macht mit der Säule M etwa einen Winkel M/d = 140°. Daraus ergibt sich

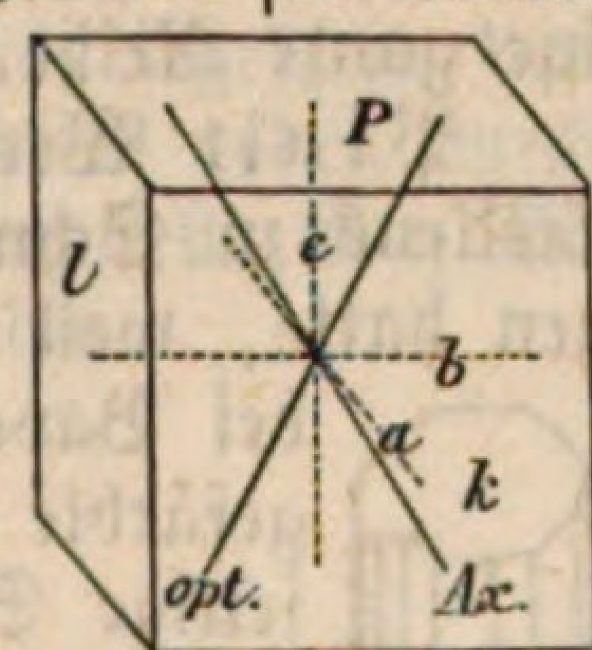
$$a : b = \sqrt{0{,}9388} : \sqrt{2{,}8164} = 0{,}969 : 1{,}678,$$
$$lga = 9{,}98628,\ lgb = 0{,}22484.$$

Die Gradendfläche P = c : ∞a : ∞b dehnt sich immer stark aus; l = b : ∞a : ∞c fehlt selten und ist etwas blättrig, sie bildet mit M den





Winkeln nach eine reguläre sechsseitige Säule, da nun auch sämmtliche gerade Abstumpfungen ihrer Kanten, $k = a : \infty b : \infty c$ und $e = a : \frac{1}{3}b : \infty c$, nicht fehlen, so nahm Hauy das System für 6gliedrig. Dazu kam nun noch, daß öfter das Oktaeder $s = a : b : \frac{1}{2}c$ mit $n = b : c : \infty a$ auftritt, welche auf der sechsseitigen Säule eine förmliche diheraedrische Endigung bilden, $s/M = 120^0\,48'$. Die zweigliedrige Entwickelung spricht sich aber besonders durch $o = a : c : \frac{1}{2}b$, und durch den Mangel von Flächen über l aus, so daß, wenn auch die optischen Kennzeichen uns nicht zu Hilfe kämen, wir über das System heute nicht mehr in Zweifel sein würden.



Durch seinen sogenannten „Dichroismus" ist das Mineral seit Cordier berühmt geworden. Besonders geeignet sind dazu jene schön blauen Geschiebe von Ceylon, die man unmittelbar untersuchen kann. Will man jedoch die Sache gründlich nehmen, so schleift man daraus einen nach den Axen orientirten Würfel, dessen Flächen den Pk und l parallel gehen. Sieht man nun quer durch P, also parallell der Axe c, so haben wir das stärkste Blau, dunkel Indigoblau; quer durch k, also parallel der Axe a, wird das Blau entschieden blasser; endlich quer durch l, also parallel der Axe b, schwindet das Blau oft gänzlich, der Krystall erscheint schmutzig gelb oder farblos. Das dunkelste Blau tritt in der Richtung der optischen Mittellinie, welche mit c zusammenfällt, hervor, und der Mangel an Farbe in der Richtung der mit c zusammenfallenden optischen Senkrechte. Die optischen Axen liegen nämlich nach Haidinger in der Axenebene b c und machen mit c einen Winkel von $31^0\,25'$, Beer vermuthet in a c (Pogg. Ann. 82. 432), derselbe gibt auch die Farbe anders an. Wie Turmalin absorbirt Dichroit polarisirtes Licht gänzlich, kann also ebenso benützt werden, allein da letzterer optisch 2axig ist, so wirken die Platten sowohl längs als quer der Hauptaxe c geschliffen (Pogg. Annal. 1820. V. 10).

Gewicht 2,56, Härte 7—8, Violblau, Grün, bis farblos, muscheligen Bruch, wie Quarz, aber zum Fettglanz geneigt.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schwierig an den Kanten. $\dot{\text{M}}\text{g}^3\,\ddot{\text{S}}\text{i}^2 + 3\,\ddot{\text{A}}\text{l}\,\ddot{\text{S}}\text{i}$, aber meist ein bedeutender Gehalt an $\dot{\text{F}}\text{e}$ vorhanden.

Die meisten kommen uns von Bodenmais im baierischen Walde zu, wo sie mit Magnetkies in großen derben Massen im Granit brechen. Hier auch die schönsten Krystalle von grüner und blauer Farbe, aber außen schwärzlich. Besonders schön blau ist der von Orijärfvi bei Abo in Finnland im Kupferkies, er soll 2,6 wiegen und ist Steinheilit genannt, ähnlicher auch zu Tvedestrand bei Brevig. In den Kupferkieslagern von Fahlun, dem Magneteisen von Arendal, im Granit von Grönland und Haddam. Aber nur die Ceylonischen Geschiebe eignen sich vorzugsweise zum Schleifen.

Der Dichroit zog in neuern Zeiten noch in hohem Grade die Aufmerksamkeit auf sich durch die Leichtigkeit, mit welcher er verwittert und in Folge dessen Wasser aufnimmt. Da seine Zusammensetzung nichts

Ausgezeichnetes hat, und die Säulen mit Gradendfläche immer an 6gliedrige Krystalle mahnen, so erklärt das die Schwierigkeit der richtigen Deutung. Siehe Bischof Lehrb. chem. phys. Geologie II. 369.

Fahlunit Hisinger aus dem Talkschiefer der Kupfergruben von Fahlun. Eine Serpentinartige ölgrüne Masse mit splittrigem Bruch bis auf Kalkspathhärte hinabgehend. Nach Haidinger überzieht er öfter noch unzersetzten Dichroit, der in denselben Gruben vorkommt. Einige davon sollen Blätterdurchgänge zeigen (Triclasit Wallmann's), aber schimmern auch nur wachsglänzend, Hausmann beschreibt auch diesen zweigliedrig, nennt einen Säulenwinkel von 120° 32′, so wenig auch Hauy's Beschreibung zum Dichroit passen mag. So soll auch der Weissit von dort 2 + 1gliedrig sein, sich aber sonst nicht unterscheiden lassen. Dagegen steht der harte Fahlunit dem unveränderten Dichroit schon näher, so daß in jenen berühmten Kupfergruben durch Aufnahme von Wasser (bis 14 $\dot{H}$) eine ganze Reihe von Afterkrystallen sich zu bilden scheint. Der

Pinit Werner's fand sich zuerst im verwitterten Granit des Pini-Stollens zu Schneeberg, der nach dem Pater Pini seinen Namen bekommen hatte, weil Bergmeister Bauer im Granit dieselben Feldspathe wie bei Baveno fand. Die schwärzlichgrüne durch Eisenocker rothgefärbte Masse ist um und um krystallisirt, und bildet eine 12seitige Säule mit Gradendfläche. Die Winkel der Säule sind etwa 150°, daher nahm sie Hauy für die beiden regulären sechsseitigen Säulen. Dufrénoy will zwar die Sache anders bestimmt wissen, indessen scharfe Messungen sind nicht möglich, denn der Bruch und Glanz ist durchaus nur Serpentinartig. Die Gradendfläche sondert sich öfter schalig ab, und oft so deutlich, daß man es für Blätterbruch halten könnte, daher wurden sie auch lange zum Glimmer gestellt. Die Analysen geben zwar $\ddot{S}i$ und $\ddot{A}l$ etwa wie beim Dichroit, aber statt der Kalkerde finden wir 6—12 Kali, welches in Verbindung mit 4—8 $\dot{H}$ die Veränderung bewirkt zu haben scheint. Analysen haben bei solchen veränderten Mineralen nur ein sehr bedingtes Gewicht. Besonders ausgezeichnet findet man die Krystalle zu Morat und andern Orten der Auvergne in feinkörnigem Granit eingesprengt. Hier herrscht öfter eine oblonge Säule, und ihr ganzer Habitus erinnert in auffallendem Grade an Dichroit, ja es kommen auch oktaedrische Abstumpfungen vor. Im Granit von Haddam in Connecticut findet sich Pinit mit Dichroit unter Verhältnissen zusammen, daß nach Shepard der eine aus dem andern entstanden zu sein scheint. Steht dieß einmal fest, so sind dann auch eine Menge Serpentinartiger derber und krystallisirter Stücke erklärlich, welche sich an so vielen Stellen des Urgebirges namentlich in verwitterten Graniten finden, bei Forbach im Murgthal (grün), im Gneus am Schloßberge bei Freiburg, im Thonporphyr von Geroldsau südlich Baden-Baden an der Oos (Oosit). Nordenskiold's Gigantolith aus dem Granit von Tammella in Finnland, Pyrargillit von Helsingfors, Thomson's Bonsdorffit von Abo, Erdmann's Praseolith im Gneus von Bråkke bei Brevig, der Esmarckit ebendaher, Scheerer's Aspasiolith von Krageroe, noch einen Kern von Dichroit enthaltend, der Chlorophyllit von Haddam in Connecticut, der Iberit von Montoval bei Toledo 2c., alle sind im allgemeinen 12seitig, grün und Ser-



pentinartig, und kommen häufig noch in der Nähe vom Dichroit vor, umhüllen ihn sogar. Bischof findet den Grund dieser merkwürdigen Zersetzung in der schaaligen Bildung der Krystalle, zwischen deren Fugen das Wasser leicht eindringe, Kieselsäure und Magnesia entführe, und statt dessen Wasser, Kali, Kalk ꝛc. absetze; nur $\ddot{A}l$ und $\ddot{F}e$ werden gewöhnlich nicht alterirt. Von chemischen Formeln kann bei solchen Veränderungen wohl kaum die Rede sein.

Die gelblichgrünen Krystalle des Giesekit's von Grönland und des Libenerit's von Predrazzo, beide in einem rothen Feldspathporphyr, bilden reguläre sechsseitige Säulen mit Gradendfläche, das stimmt mit Nephelin besser als mit Cordierit. Da jedoch jener mehr in vulkanischen Gesteinen zu Hause ist, so hat man auch an diesen gedacht. Der Gehalt ist etwa 50 $\ddot{S}i$, 30 $\ddot{A}l$, 9 $\dot{K}a$, 5 $\dot{H}$, Entscheidung ist hier nur durch Forschungen auf der Lagerstätte möglich.

Nach dem Gesagten scheint der Dichroit für das Urgebirge das zu sein, was der Olivin für vulkanische Gesteine ist, beide gehen durch Verwitterung in eine Serpentinartige Masse über. Daher stellt man Dichroit auch besser hier hin, als an das Ende der Edelsteine.

Asbest.

Ἄσβεστος unzerstörbar, der Name aus dem Alterthum überliefert, in der goldenen Laterne der Minerva zu Athen war ein solcher Docht. Plinius 19. 4 handelt ihn als Linum vivum bei den Pflanzen ab: nascitur in desertis adustisque sole Indiae, ubi non cadunt imbres, inter diras serpentes, assuecitque vivere ardendo. Agricola 703 Federwis, pliant, salamanderhar.

Man begreift darunter verschiedene fasrige Fossile, die besonders mit Hornblende und Augit, aber auch mit Glimmern und andern in Beziehung stehen. Die Faser ist bald spröde bald gemein biegsam, weiß mit einem Stich ins Grün. Vor dem Löthrohr schmelzen einzelne Fasern nicht sonderlich schwer, größere Mengen widerstehen aber dem gewöhnlichen Feuer.

Amiant (*ἀμίαντος* unbefleckt, schon von Dioscorides gebraucht). Plinius 36. 31 Amiantus alumini similis nihil igni deperdit. Agricola 609: quod ignis adeo non inquinet ipsius splendorem, ut etiamsi in eum conjicitur sordidus, nihil deperdens, nitidus et splendens extrahatur. Höchst zartfasrig häufig mit einem seidenartigen Schiller. Im Wasser gehen die Fasern so leicht auseinander und zeigen sich so biegsam, daß sie „der schönsten weißen Seide" gleichen. Ihr Hauptlager ist wie beim Strahlstein und Diopsid im Talkschiefer, von dem sie auch die Milde angenommen haben mögen. Ein Asbest aus der Tarantaise hatte nach Bonsdorf Strahlsteinbestandtheile 58,2 $\ddot{S}i$, 22,1 $\dot{M}g$, 15,5 $\dot{C}a$, 3,1 $\dot{F}e$; ein anderer von Schwarzenstein Diopsidmasse 55,9 $\ddot{S}i$, 20,3 $\dot{M}g$, 17,8 $\dot{C}a$, 4,3 $\dot{F}e$, freilich mit unwesentlichen Unterschieden.

Der feine Asbest (Bergflachs) kann mit Flachs zusammen gesponnen und gewoben werden. Im Feuer brennt dann blos der Flachs heraus, das Gewebe wird nicht zerstört. Die Alten sollen sich daher nach Plinius 19. 4 desselben zu Leichengewändern bedient haben, um beim Verbrennen die Asche der Todten von der des Holzes zu sondern. Die Gewänder

waren aber so kostbar als Perlen. Kaiser Karl V. hatte davon ein Tischzeug, das er zur Belustigung seiner Gäste nach eingenommener Mahlzeit ins Feuer werfen ließ. Heutiges Tages gehört Amiant in den Hochgebirgen zu den gewöhnlichen Erfunden, schon Dolomieu sammelte auf Corsika so viel, daß er sich desselben statt Heu zum Verpacken der Minerale bedienen konnte.

Bergkork entsteht, wenn die Faser sich verfilzt. Manche davon fühlen sich fett und kalt an, sie mischen sich mit Talk (Bergfleisch); andere mager und warm, werden schwimmend leicht, und könnten mit Meerschaum verwechselt werden. Auf Erzgängen und in den Hochalpen. Oft Afterbildungen.

Gemeiner Asbest, darunter versteht man die Abänderungen mit spröderer Faser, die Farbe meist grün, weil sie von Strahlstein herkommt. Einige dieser Massen werden fest und brechen zu langen gestreiften, krummschaligen oder geraden Splittern, dieselben gehen in Serpentinartige Massen über. Am Schneeberge bei Sterzing ohnweit Clausen in Tyrol werden dieselben in Folge von Verwitterung holzbraun, und da krummblättrige Stellen wie Aeste darin vorkommen, so nannte sie Werner Bergholz, aber trotz ihrer auffallenden Holzähnlichkeit besteht die Faser unter dem Mikroskop nur aus Kügelchen, die organische Zelle fehlt.

Es liegt in der Natur der Sache, daß der fasrige und asbestartige Zustand einer Menge von Mineralien zukommen muß: denn die fasrige Bildung beim Gyps, Arragonit, Weißbleierz rc. hat offenbar dieselbe Bedeutung. Nur liefert bei Silicaten die Analyse keinen so sichern Anhaltspunkt, daher die Zweifel in einzelnen Fällen. Oft aber können nachbarliche Minerale entscheiden: so kommt in der Dauphiné Epidot asbestartig vor. Der sogenannte

Byssolith gleicht grauen und blondfarbigen Menschenhaaren, aber trotz dieser Feinheit bleibt er glasig spröde, weil er auf Spalten der Feldspathgesteine mit Adular und Bergkrystall in den Hochalpen vorkommt. Ein ähnliches aber noch viel feinhaarigeres Fossil bildet der Breislakit, röthliche verworrene Fasern liegen in Drusenlöchern der Lava von Capo di Bove bei Rom und in der Lava della Scala am Vesuv. Nach Chapman's Messungen hat er die Winkel des Augits.

Krokydolith Hausmann (κροκύς Flocke) durchzieht zu Latakoo am Cap das Magnet- und Brauneisen, wie der schillernde Asbest pag. 204 den Serpentin. Indigblau, wie Vivianit, und viel zäher als Amiant, man kann ihn zu den feinsten Fasern zerspalten, selbst feine Fäden verlangen zum Zerreißen noch einer merklichen Kraft, und die Rißfläche zasert sich gerade wie Pflanzenfaser. Vor dem Löthrohr schmelzen die Stücke zwar leicht, kommen aber nicht so stark zum Fluß, daß sie sich kugeln. Wenn daher irgend ein Mineral auf die dem Alterthum so wichtige Eigenschaft des Asbestes Anspruch machen kann, so dieses. 50,3 $\dddot{\text{Si}}$, 35 $\dot{\text{Fe}}$, 6,7 $\dot{\text{Na}}$, 2,2 $\dot{\text{Mg}}$, 5,8 $\dot{\text{H}}$, 3 $\dot{\text{Fe}}\,\dddot{\text{Si}} + \dot{\text{R}}\,\dddot{\text{Si}}^2 + 2\,\dot{\text{H}}$. Eine erdige Abänderung brachte Lichtenstein von der roode gebroken Klip an den Ufern des Oranje River mit. Auch blaue Beschläge am Sapphirquarz pag. 170 hat man dafür gehalten, daher nannte es Leonhardt fasrigen Siderit, Klaproth Blaueisenstein. Im Zirkonsinnit von Stavern

im südlichen Norwegen verwachsen blaue Fasern innig mit Arfvedsonit pag. 211, der ihm durch seine Zusammensetzung gleicht.

V. Granat.

Die Thonerde spielt in ihnen eine wichtige Rolle. Die Härte und Schönheit ihrer Farben nähert sie den Edelsteinen, als welche sie auch häufig verschliffen werden. Sie sind schon sparsamer im Gebirge zu finden, als die Hauptglieder der bisher abgehandelten 4 Familien.

1. Granat.

Die Alten kannten ihn unter dem Namen Ἄνθραξ Theophrast 31, Carbunculus Plinius 37. 25. Bei Albertus Magnus de mineral. II. 7 soll das Wort Granatus zuerst vorkommen, auch Agricola 625 erwähnt Carbunculi nigrioris aspectus, quos juniores vocarunt granatos, veteres Carchedonios. Durch Wallerius wird der Name geläufiger, man leitet ihn von der Farbe der Blüthe und Körner der Granatäpfel ab. Grénat Franz., Garnet Engl.

Reguläres System. Rhombendodekaeder vorherrschend, dasselbe daher passend Granatoeder genannt. Um und um krystallisirt, besonders ausgezeichnet eingesprengt in die Chloritschiefer am St. Gotthardt, Zillerthal, Fahlun. Niemals eine Ecke abgestumpft, daher Würfel und Oktaeder gänzlich unbekannt, was das Erkennen sehr erleichtert. Desto gewöhnlicher werden die Kanten durch das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a gerade abgestumpft. Sehr wohlgebildete Krystalle kommen im Glimmerschiefer von Zimatasta in Südtyrol, Acading in Connecticut, beim Grossular vom Wilui ꝛc. vor. Nach der langen Diagonale der Leucitoederfläche häufig gestreift, wodurch die Granatflächen eingesetzt werden. Die Verbindung von beiden findet sich in ausgezeichneter Weise bei den prachtvollen Krystallen der Mussa-Alp in Piemont, am St. Gotthardt, beim Melanit von Frascati ꝛc. Dazu gesellt sich häufig das sehr gestreifte Pyramidengranatoeder a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a, die Kante zwischen Leucitoeder und Granatoeder abstumpfend. Bei den braunen Krystallen von Orawicza im Banat soll es a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$a sein, welche ähnlich liegt. Hauy's Aplom (ἁπλόος einfach) sind Kalkgranaten mit Streifung nach der kurzen Diagonale der Flächen, was auf Würfel deuten würde (eine einfache Primitivform). An der Massa-Alp soll auch zuweilen ein Leucitoid a : a : $\frac{1}{3}$a in Verbindung mit dem Würfel brechen. Daselbst fand Hr. Sismonda Krystalle, die auf ihren nach der Granatoederkante gestreiften Leucitoederflächen stark irisiren, die Farben verschwinden beim Naßmachen, und kommen nach dem Trocknen sogleich wieder zum Vorschein, Beweis, daß sie von der Interferenz des Lichtes durch die Streifung herrühren.

Härte 7—8, Gew. 3,1—4,3. Sehr schöne Farben, starker Glanz, aber meist geringe Durchscheinenheit.

Vor dem Löthrohr schmelzen sie im Durchschnitt nicht sonderlich schwer, die große Mannigfaltigkeit ihrer Zusammensetzung faßt man unter der Formel

$$\dot{R}^3 \ddot{Si} + \dddot{R} \ddot{Si}$$

zusammen, worin $\dot{R}a = \dot{C}a, \dot{M}g, \dot{F}e, \dot{M}n$ und $\dddot{R} = \ddot{Al}, \ddot{F}e, \ddot{C}r$ bedeutet. „Einige Arten werden bereits durch Kochen mit Salzsäure zersetzt, wobei sich Kieselerde pulverförmig abscheidet. Die Kalkreichen müssen jedoch vorher einer starken Rothglühhitze ausgesetzt werden, dann aber bilden sie mit Säuren eine Gallerte; die übrigen müssen zu diesem Zwecke bis zum anfangenden Schmelzen geglüht, oder selbst geschmolzen werden."

Ihre Fundstätte bildet hauptsächlich das krystallinische Urgebirge, Urkalke, vulkanische Gesteine. Erzgänge lieben sie nicht, wohl aber bilden sie Platten in Erzlagern und Erzstöcken.

A. Edler Granat.

Almandin, Eisenthongranat $\dot{F}e^3 \ddot{Si} + \ddot{Al} \ddot{Si}$, der von Fahlun enthält 39,7 $\ddot{Si}$, 19,7 $\ddot{Al}$, 39,7 $\dot{F}e$, 1,8 $\dot{M}n$, Klaproth fand im orientalischen sogar 27,2 $\ddot{Al}$. Dunkelrothe Farbe häufig mit einem Stich ins Blau (Kolombinroth), oder ins Gelb (Blutroth). Ueber Quarzhärte, Gewicht der Zillerthaler 4,1, von Haddam 4,2. Vorzugsweise im Glimmerschiefer, bei Fahlun und im Zillerthal bis zu Kopfgröße und darüber; klein im Gneuse der Farbemühle bei Wittichen im Schwarzwalde. Besonders geschätzt sind die orientalischen oder sirischen (nach einer frühern Stadt Sirian in Pegu), der Carbunculus des Plinius 37. 25 „optumos vero amethystizontas hoc est quorum extremus igniculus in amethysti violam exeat." Neuere heißen sie Almandin (Agricola 625 corrupto vocabulo Almandini nominatur, quondam Alabandici, quod perficerentur Alabandis). „In den Römischen Ruinen hat man viele antike Granaten gefunden, theils rund, theils vertieft geschnitten." Letzteres sind die sogenannten Granatschüsseln, die man auf der Unterseite rundlich auszuschleifen pflegt, damit sie mehr Durchscheinenheit bekommen.

Pyrop blutroth, bei der Granatenschencke (Bergm. Journ. V. 1 pag. 252) und bei Meronitz in Böhmen bergmännisch gewonnen, wo sie wie Erbsen im verwitterten Serpentin liegen, ebenso bei Zöblitz. Agricola 625 (quos Graeci, ut etiam Ovidius, quia valde ardent, ab ignis aspectu pyropos appellant) kennt bereits diese Fundorte. Rundliche Körner, ohne deutliche Krystallflächen, auffallender Weise sollen zuweilen bauchige Würfelflächen vorkommen. Gew. 3,7. Schmilzt entschieden schwerer als der Almandin, erhitzt wird er schwarz und undurchsichtig, nimmt aber beim Erkalten seine Farbe und Durchscheinenheit wieder an. Auffallend ist ein Talkerde- und Chromgehalt, welchen er ohne Zweifel von dem Muttergestein aufnahm. Nach Moberg (Erdmanns Journ. 1848. 43. 122) 41,3 $\ddot{Si}$, 22,3 $\ddot{Al}$, 9,9 $\dot{F}e$, 15 $\dot{M}g$, 5,3 $\dot{C}a$, 4,2 $\dot{C}r$ (Oxydul), 2,6 $\dot{M}n$, also etwa die Formel $(\dot{M}g, \dot{F}e, \dot{M}n, \dot{C}r)^3 \ddot{Si} + \ddot{Al} \ddot{Si}$. Die Pyrope bilden einen nicht unwichtigen Handelsartikel. Sie werden nach ihrer Größe sortirt, 32er, 40er, 70er, 100er, 165er und 400er, je nachdem so viel auf ein Loth gehen. Nicht häufig findet man Stücke von 16—24 auf ein Loth und Exemplare von $\frac{1}{8}$ Loth gehören schon zu den großen Seltenheiten.

Kaneelstein, Kalkthongranat $\dot{C}a^3 \ddot{Si} + \ddot{Al} \ddot{Si}$, 40 $\ddot{Si}$, 23 $\ddot{Al}$, 30,6 $\dot{C}a$, 3,7 $\ddot{F}e$. Hyacinthroth bis honiggelb, daher der Name (Kaneel

heißt Zimmt). Lange wurde er mit Zirkon (Hyacinth) verwechselt, Hauy nannte ihn daher Hessonit (ἥσσων weniger, nämlich als Hyacinth). Er wird in eckigen mit viel Rissen durchzogenen Bruchstücken von 3,6 Gew., Kandiszucker gleichend, aus Ceylon eingeführt. Sehr schön kommt die gleiche Farbe bei Granaten der Auswürflinge des Vesuvs vor. Schon Kobell bewies, daß die gelbrothen Krystalle mit Diopsid von Piemont und vom St. Gotthardt auch $\dot{C}a$ als wesentlichen Gemengtheil enthalten, sie gehören in Beziehung auf Glanz und Durchscheinenheit noch zu den edlen Sorten. Im Dolomit von Merico kommen sie von schön rosenrother Farbe vor fast verwechselbar mit Spinell. So gelangen wir allmählig zum folgenden:

B. Gemeiner Granat.

Grossular, nach seiner grünen Stachelbeerfarbe genannt $\dot{C}a^3 \dddot{S}i + \ddot{A}l \dddot{S}i$, meist ein ausgezeichneter Kalkthongranat, und häufig in Gesellschaft von Vesuvian, mit dem er gleiche Zusammensetzung hat. Sehr wohl gebildete Leucitoeder und Granatoeder fand Larmann am Bach Achtaragda in den Wiluifluß bei Irkutsk, Klaproth Beitr. IV. 319 fand darin 44 $\dddot{S}i$, 33,5 $\dot{C}a$ 8,5 $\ddot{A}l$, 12 $\ddot{F}e$. Häufig bildet der grüne Granat größere Massen in Erzlagern, Serpentinen und andern Gebirgen. Im Serpentin von Dobschaw in Oberungarn findet man wohlgebildete pistaciengrüne Krystalle, bei Miask bildet er den Kern eines ganzen Serpentinhügels. Die grüne Farbe geht zuletzt ganz ins Weiße, wie bei Slatoust (G. Rose Reise Ural II. 132) oder am Monzoniberge. Die dichte Masse dieser Lager nannte d'Andrada (Scheerers Journ. IV. 34) Allochroit (ἄλλος und χρόα Hautfarbe), weil mit Phosphorsalz geschmolzen die Perle eine emailartige Oberfläche bekomme, welche beim Erkalten röthlichgelb, später grün, zuletzt gelblichweiß würde. Das gelblichgraue Gestein fand sich in der Wirumsgrube bei Drammen.

Kolophonit nannte man die gelblichbraunen körnigen Massen, welche von Kalkspath durchdrungen Nester in den Magneteisenlagern von Arendal bilden. Farbe und firnißartiger Glanz erinnern allerdings auffallend an Colophonium. Gew. 3,4. Sie enthalten bis 29 $\dot{C}a$. Die schönen leberbraunen Krystalle im blauen Kalkspath im Banat und viele andere schließen sich hier unmittelbar an.

Melanit Karsten (μέλας schwarz) aus den vulkanischen Tuffen von Frascati bei Rom, wo man die schönen Granatoeder mit abgestumpften Kanten auf den Feldern sammelt, $\dot{C}a^3 \dddot{S}i + \ddot{F}e \dddot{S}i$, also ein Kalkeisengranat. Ihre schwarze Farbe erinnert an Spinell und Magneteisen. Ausgezeichnet glänzend finden sie sich in Drusenräumen der Sommablöcke, in Tuffgesteinen von Oberbergen am Kaiserstuhl: 34,6 $\dddot{S}i$, 28,1 $\ddot{F}e$, 31,8 $\dot{C}a$ ꝛc. Die schwarze Farbe rührt wahrscheinlich von $\dot{F}e \ddot{F}e$ her, denn es gibt auch braune und grüne Granaten mit einem gleichen Gehalt an Eisenoxyd, wie es überhaupt nicht möglich ist, aus der Farbe allein sicher auf die Zusammensetzung zu schließen. Auch haben Afterbildungen nicht selten auf die glänzendsten Krystalle ihren Einfluß geübt. So finden sich bei Arendal prächtige rothbraune Leucitoeder mit Pyramidengranatoeder, welche innen ganz hohl und mit den fremdartigsten Mine-

ralen locker erfüllt sind, ohne daß man außen etwas merkt. Die Form steht hier über dem Inhalt, welch letzterer bei der Mannigfaltigkeit isomorpher Substanzen an Bedeutung durchaus einbüßt.

Mangangranat $\dot{M}n^3 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$ aus dem Granit des Spessarts bei Aschaffenburg, den Klaproth Beitr. II. 239 unter dem Namen granatförmiges Braunsteinerz analysirte, dunkel hyacinthroth, Gew. 3,6. Klaproth gibt 35 Manganoxyd an. Später fand er sich auch im Granit von Haddam und Broddbo.

Talkgranat vorwaltend $\dot{M}g^3 \ddot{S}i + \ddot{A}l \ddot{S}i$, 13,4 $\dot{M}g$, Gew. 3,16, schwarz von Arendal.

Uwarowit Heß Pogg. Ann. 24. 388 auf Chromeisenstein von Bissersk, ein ausgezeichneter Chromgranat $\dot{C}a^3 \ddot{S}i + \ddot{C}r \ddot{S}i$, Gew. 3,4. Smaragdgrün, dem Dioptas gleichend. In wohlgebildeten kleinen Granatoedern. Wegen des Chromoxyds unschmelzbar, 22,5 $\ddot{C}r$, 30,3 $\dot{C}a$.

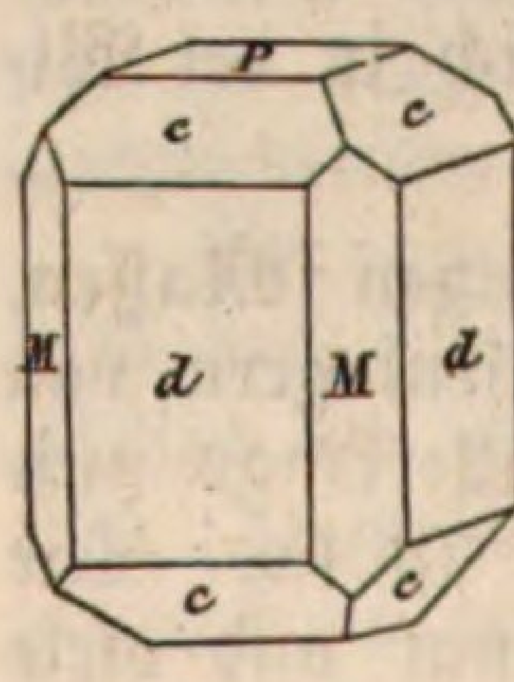
2. Vesuvian Wr.

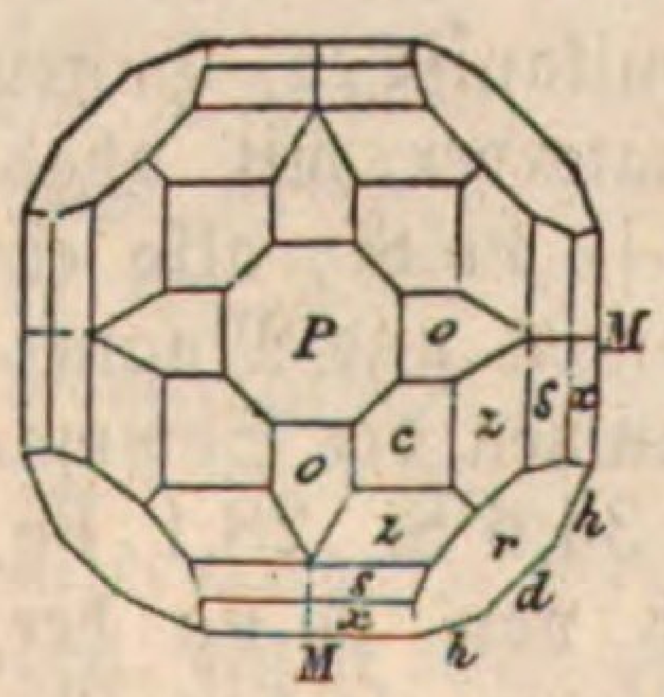
Wurde längst in Neapel als vesuvischer Edelstein verschliffen, und Romé de l'Isle Cristall. II. 291 zählte ihn wegen seiner Form zum Hyacinth, und da derselbe auch mit Mejonit, Kreuzstein 2c. Aehnlichkeit hat, so nannte ihn Hauy Idokras (εἶδος Gestalt, κρᾶσις Mischung).

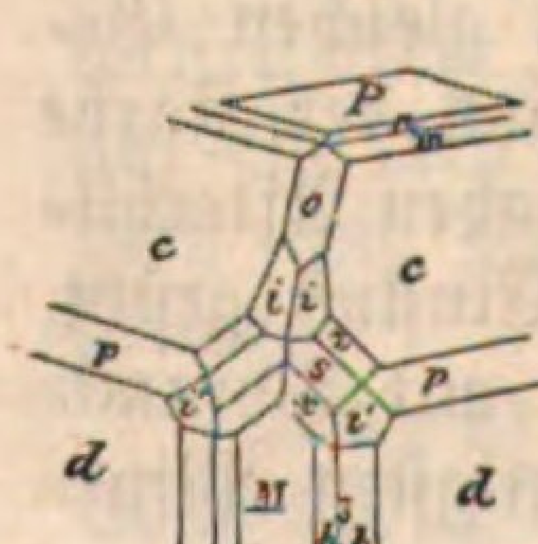
Viergliedrig, Oktaeder c = a : b : c 129° 31′ Endkanten und 74° 29′ Seitenkanten, gibt

$$a = 1{,}861 = \sqrt{3{,}465},\ \lg a = 0{,}26987.$$

Die Gradendfläche P = c : ∞a : ∞b nebst den beiden quadratischen Säulen d = a : a ∞c und M = a : ∞a : ∞c fehlen nie, und wie die Hauy'schen Buchstaben andeuten, ist die 2te Säule M zwar nicht deutlich blättrig, aber entschieden blättriger als die erste d, die zwar vorzuherrschen pflegt, aber immer mit starker Längsstreifung bedeckt ist. o = a : c : ∞a, h = a : $\frac{1}{3}$a : ∞c und s = a : c $\frac{1}{3}$a findet man nicht selten untergeordnet. Besonders reich mit Flächen bedeckt sind die Krystalle des Vesuvs. Schon Hauy zeichnete von dort ein ennéacontaèdre (Neunzigflach) aus, woran außer den genannten noch die Vierkantner z = a : c : $\frac{1}{2}$a und x = a : c : $\frac{1}{4}$a, und das Oktaeder r = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{4}$a : c vorkommen. Oftmals findet man die Kante P/c durch n = 3a : 3a : c abgestumpft, auch eine m = 2a : 2a : c kommt vor, Phillips führt sogar noch weitere unter c an und namentlich p = c : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{3}$a, nebst einem Vierkantner aus der Diagonalzone von o aber zwischen z und o gelegen. Levy maß an den Vesuvschen noch h^3 = a : $\frac{1}{2}$a : ∞c, i = $b' b^{\frac{1}{3}} h^{\frac{1}{2}}$ = a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$c und i′ = $b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{3}} h'$ = c : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a, e = c : $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{2}$a, so daß es an Flächenreichthum nicht fehlt. Zwillinge kennt man nicht. Die Säulen sind oft ganz cylindrisch durch eine Menge von Längs-







streifen, dann ist eine Verwechslung mit Turmalin leicht möglich, auch sondern sich solche Krystalle gern schalig ab.

Härte 6—7, Gew. 3,4. Grüne, gelbe, braune Farben herrschen vor.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht unter Blasenwerfen und verhält sich wie ein gemeiner Kalkthongranat $\dot{C}a^3 \dddot{S}i + \dddot{A}l \dddot{S}i$, worin ein Theil der Thonerde durch $\dddot{F}e$ vertreten ist. Man war früher der Granatgleichen Zusammensetzung so gewiß, daß man den gemeinen Kalkgranat sogar mit Vesuvian für dimorph hielt. Sind solche Behauptungen bei complicirten Silicaten immer nur mit größter Zweifelhaftigkeit auszusprechen, so hat Rammelsberg (Handwörterbuch IV. Supplem. 252) gezeigt, daß die Sache nur dann gelte, wenn man alles Eisen als Oxyd nehme, sonst würde man besser $3\, \dot{R}^3 \dddot{S}i + 2\, \dddot{R} \dddot{S}i$ setzen. Die große Verwandtschaft der Mischung wird namentlich auch durch das häufige Zusammenvorkommen am Vesuv, im Fassathal, in Sibirien ꝛc. mit Kalkgranat wahrscheinlich gemacht. Bemerkenswerth ist der Versuch von Magnus (Pogg. Ann. 20. 477), daß der krystallisirte Vesuvian von 3,4 Gewicht zu Glas geschmolzen nur 2,9 wiegt, Magnus hatte sich ausdrücklich überzeugt, daß kein Verlust dabei Statt gefunden, auch etwaige gebildete Blasen der Grund nicht sein konnten. Das Glas des Sibirischen vom Wilui war so schön geflossen, daß es seine Farbe durchaus nicht verändert hatte und noch zu Ringsteinen brauchbar blieb. Granat, Vesuvian und Epidot sind zu diesen Versuchen, wegen ihres Wassermangels und leichter Schmelzbarkeit, besonders geeignet. Nach Fuchs wird das Glas von Salzsäure sogleich angegriffen und gesteht zu einer festen Gallerte, während das Pulver des ungeschmolzenen der Säure vollkommen widersteht.

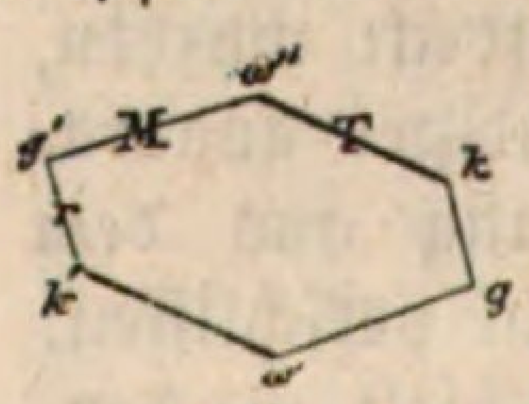
Die Varietäten sind zwar nicht so mannigfach als beim Granat, doch gibt es allerlei Farben. Vom Schwarzbraun bis ins Honiggelbe kommen sie am Vesuv vor, braungrün sind die prachtvollen ringsum ausgebildeten Krystalle vom Wiluifluß, wo sie mit Grossular entdeckt wurden, durchscheinender zu Eger bei Kongsberg zuweilen in vollständiger quadratischer Säule mit Gradendfläche. Grasgrüne kommen häufig aus dem Serpentin der Mussa-Alp in Piemont, sie werden in Turin verschliffen, und können dann leicht mit Diopsid, Olivin, Epidot verwechselt werden. Wachsgelbe mehr als zollgroße mit vorherrschenden Oktaederflächen brechen am Monzoniberge im Fassathal. An andern Punkten des Fassathals finden sich auch ringsum gebildete Krystalle von Zirkonartiger Farbe, die wegen der Verziehung ihrer Flächen schwer zu stellen sind. *Egeran* nannte Werner die braunen stark gestreiften Strahlen von Haßlau bei Eger in Böhmen, ähnliche Strahlen, aber mehr in dicken riesigen Krystallen finden sich zu Egg bei Christiansand. *Cyprin* des Berzelius mit rothen Thulit im Quarz von Souland bei Tellemarken hat durch Kupferoxyd eine schöne himmelblaue Farbe bekommen. Zu St. Marcel kommt ein schwefelgelber Manganepidot vor. Der *Frugardit* vom Frugård in Finnland hat 10,6 Talkerde, ist aber sonst wie der von Gökum in Roslagen in Schweden Vesuvian. Thomson's graulichgelber *Xanthit* körnig im Kalkstein von Amity soll drei blättrige Brüche und die Formel $2\, \dot{C}a^3 \dddot{S}i + (\dddot{A}l, \dddot{F}e)^2 \dddot{S}i$ haben, nach Dana stimmt dagegen die Form mit Vesuvian.

3. Epidot Hy.

Von $\dot{\varepsilon}\pi\iota\delta i\delta\omega\mu\iota$ zugeben, weil Hauy nicht die rhombische, sondern die rhomboidische Säule mit Gradendfläche als Primitivform fand, also in der rhombischen Säule auf einer Seite zugeben mußte. De l'Isle Crist. II. 401 beschreibt und bildet ihn sehr deutlich ab als Schorl vert du Dauphiné, Saussure unterschied ihn als Delphinite, Werner vermischte ihn mit dem Strahlstein, und Andrada (Scherer Journ. Chem. IV. 29) beschreibt schon 5 ℔ schwere Krystalle aus den Eisensteingruben von Arendal unter dem Namen Akanthikone.

Die Krystallform gewendet 2 + 1gliedrig, Weiß hat ihn bereits 1806 (Hauy's Lehrb. der Miner. III. 132) richtig erkannt, und in den Abh. Berl. Akad. 1818 pag. 242 ausführlich beschrieben. Aus dieser für alle Zeiten klassischen Darstellung geht hervor, daß die Krystalle nach ihren Schiefendflächen in die Länge gezogen sind, und daß diese also quer der Axe b parallel gelegt (gewendet) werden müssen, um sie mit dem Feldspath vergleichen zu können. Von diesen Schiefendflächen ist hinten $M = \frac{1}{3}a' : \infty b$ oft sehr deutlich blättrig und darstellbar, während vorn $T = \frac{1}{3}a : \infty b$ weniger deutlich bleibt, $r = a : \infty b : \infty c$ ist gegen M schärfer geneigt als gegen T: wir haben also eine rhomboidische Säule M/T von $114\frac{1}{2}^0$, deren scharfe Kante durch r schief abgestumpft wird. Auf die Säule ist meist ein vorherrschendes Paar $n = a : b : \infty c$ aufgesetzt, das sich unter dem Oktaederwinkel $109\frac{1}{2}^0$ schneidet. Die Winkelangaben weichen etwas von einander ab, nach

Mohs	M/T = 115 • 24,	M/r = 116 • 17,	T/r = 128 • 19,	n/n = 109 • 27
Phillips	. . . . 115 • 41,	. . . . 114 • 40,	. . . . 129 • 39,	. . . . 109 • 10
Kupfer	. . . . 114 • 26,	. . . . 116 • 12,	. . . . 129 • 22,	. . . . 109 • 20



Das Axenverhältniß nach Weiß

$$a : b : c = \sqrt{150} : \sqrt{75} : 2.$$

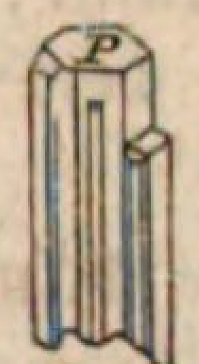
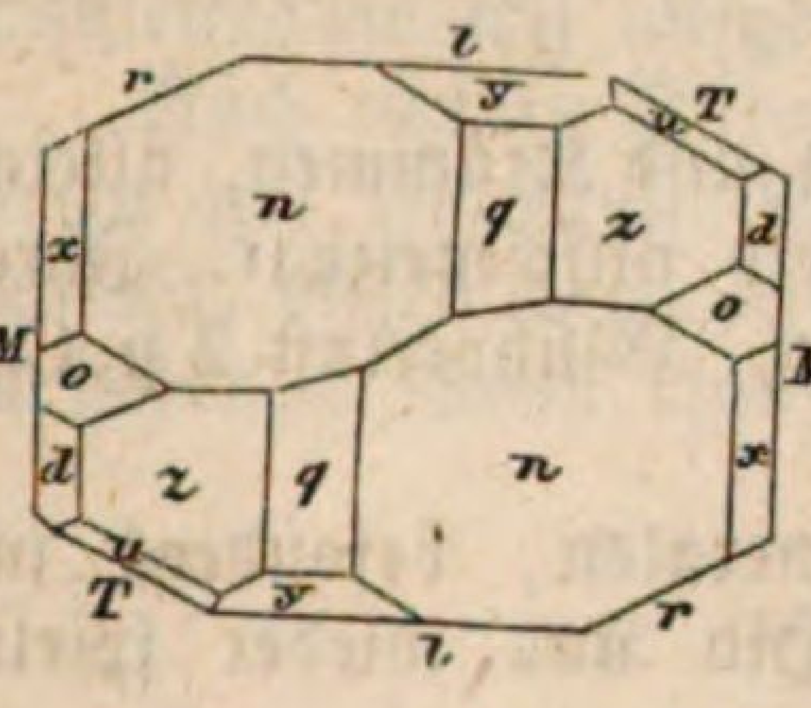
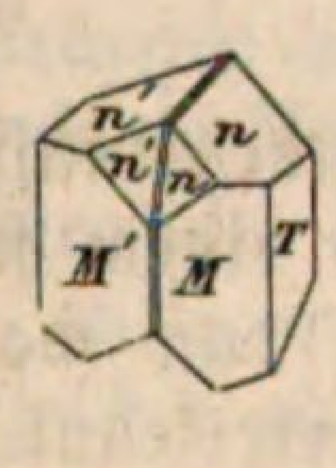
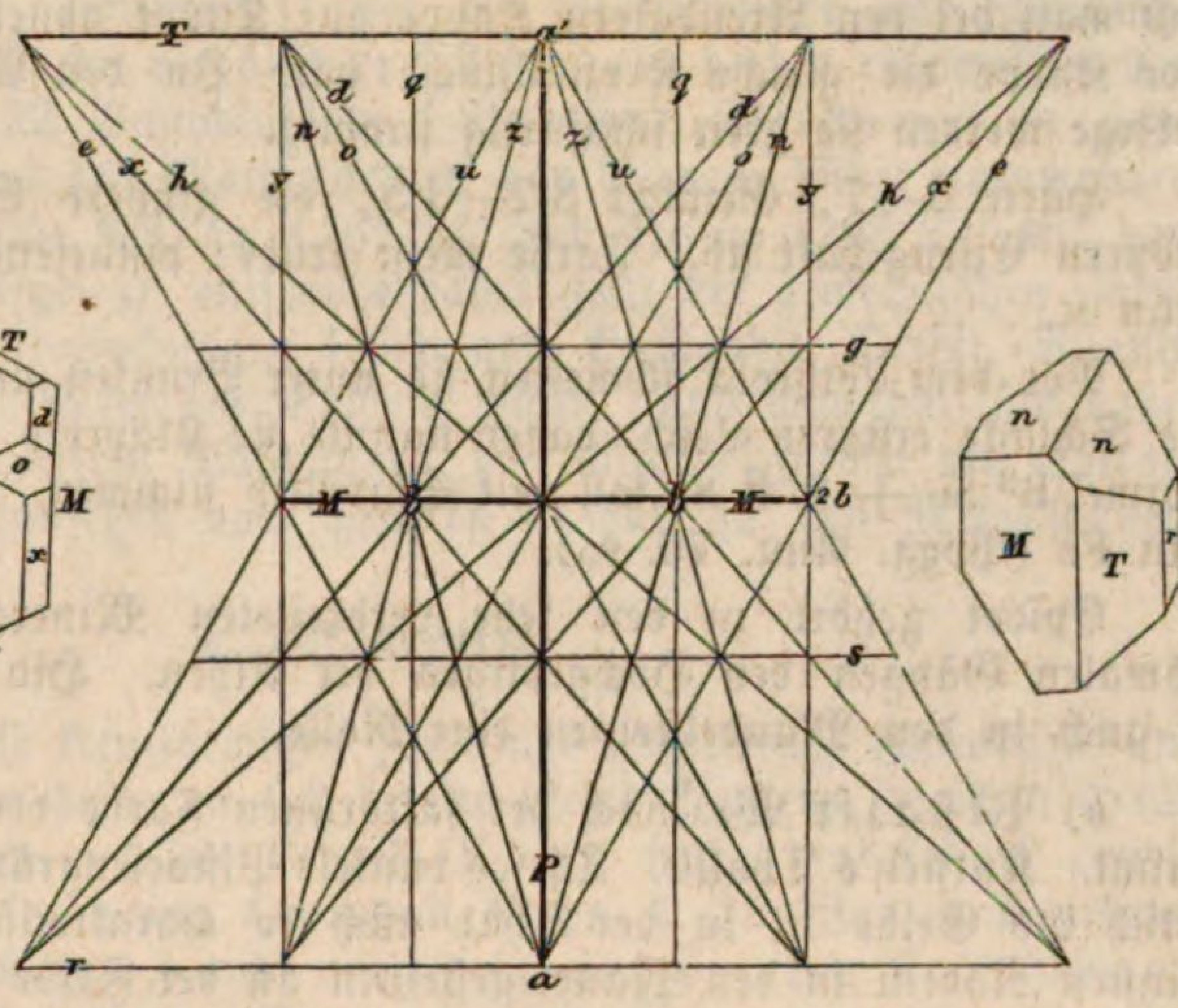
Legen wir der Rechnung die Kupferschen Messungen zu Grunde, so beträgt der Unterschied von rechtwinkligen Axen a/c nicht eine volle halbe Minute, die Axen kann man also im schärfsten Sinne des Worts rechtwinklig nehmen, und

$$a : b = 6{,}097 : 4\,322 = \sqrt{37{,}17} : \sqrt{18{,}68},$$
$$lga = 0{,}78510, \quad lgb = 0{,}63569.$$

Die Flächen M T r n treten gern selbstständig auf bei Krystallen von Arendal, die scharfe Säulenkante von n/n = $70^0\ 33'$ liegt dann vorn, und auf sie sind die Schiefendflächen gerade aufgesetzt. In der Dauphiné herrscht am Ende der gewendeten Säule $P = b : \infty a : \infty c$ vor, sie stumpft die stumpfe Säulenkante von n/n gerade ab, man kann daran die Strahlen leicht von Hornblende unterscheiden, muß sich aber vor Verwechselung mit Vesuvian in Acht nehmen. In der „Methode der Krystallographie pag. 348. Tab. VII. Fig. 26—28" habe ich außer diesen fünf noch folgende in das Bild gebracht:

$$g = a : \infty b,\ d = a : \tfrac{1}{4}b,\ u = \tfrac{1}{5}a : \tfrac{1}{4}b,\ z = \tfrac{1}{5}a : \tfrac{1}{8}b,$$
$$h = \tfrac{1}{3}a' : \tfrac{1}{4}b,\ o = \tfrac{1}{3}a' : \tfrac{1}{8}b,\ x = \tfrac{1}{11}a' : \tfrac{1}{8}b,\ y = \tfrac{1}{13}a : \tfrac{1}{8}b,$$
$$q = \tfrac{1}{13}a : \tfrac{1}{16}b,\ l = \tfrac{1}{13}a : \infty b,\ s = \tfrac{1}{11}a' : \infty b,\ e = a : 2b, \infty c.$$

Die Rechtwinkligkeit der Axen, und die Verwandtschaft der Ausdrücke mit denen des Feldspaths spricht für eine solche Stellung. Dagegen gehen

Mohs und Naumann davon aus, daß T/r eine rhomboidische Säule bilden, deren Kante durch M fast gerade abgestumpft wird. Setzt man r = a : c : ∞b und T = a' : c : ∞b, wie die vorstehende Projektion, so bilden die Axen c/a vorn einen Winkel von 91° 5', und nimmt man die Flächen n = a : b : c, so ist

$$A:b = 2{,}1135 : 0{,}6362 = \sqrt{4{,}4669} : \sqrt{0{,}4047},\ k = 0{,}03996 = \sqrt{0{,}00159}$$
$$a = 2{,}1138,\ lga = 0{,}32508,\ lgb = 9{,}80357,\ lgk = 8{,}60169.$$

Es bilden von obigen fünf Flächen T M n n ein Oktaid, und r in den Zonen n/n und M/T nebst dem Paare d = ½a' : b in T/y und M/n die drei zugehörigen Heraidflächen. P = b : ∞a : ∞c und g = ⅓a' : ∞b sind zugehörige Dodekaidflächen. o = a : 2b : ∞c geht durch den Mittelpunkt P/M und durch die Oktaidkante T/n; y = 2b : ∞a liegt ebenfalls in T/n und ferner in o/r; z = a' : b liegt in der Diagonalzone T/P und in o/r; u = a' : 2b abermals in T/P und weiter in d/r; l = c : ∞a : ∞b ist die Gradendfläche, auf welche alle projicirt sind, denn sie liegt in den beiden Zonen u/o; q = b : ∞a liegt in P/y und M/n; x = ⅓a : b in M/n und o/r; h = a : 4b : ∞c geht vom Mittelpunkte nach d/r; s = ⅓a : ∞b liegt in T/r und n/o; e = a : 2b in P/r und s/z. Die Ausdrücke werden hier zwar viel einfacher, aber die Einfachheit allein ist keine Bürgschaft für gute Axenwahl. Denn wollte man z. B. von den Axen a : b : c des Oktaeders M T n n ausgehen, so würden die Flächenausdrücke noch etwas einfacher werden, aber darum nicht naturgemäßer sein.

Zwillinge haben den 2ten Blätterbruch T = ⅓a : c : ∞b gemein und liegen umgekehrt, und da die Kante n/n = 109° 20' gewöhnlich das Dach bildet, so zeigt sich dann ein einspringender Winkel n/n = 131° 8' und der aus- und einspringende M/M' = 129° 12', dem Zwillingsgesetz

des Cyanits pag. 237 sehr ähnlich, zumal wenn die Krystalle strahlig-blättrig werden.

Die Krystalle haben große Neigung zu schaaliger Absonderung, so daß man bei den Arendalern Kappe auf Kappe abnehmen kann, woran jede Kappe die gleiche Krystallfläche hat. In den Alpen, dem Fichtelgebirge werden sie gern schilfartig strahlig.

Härte 6—7, Gewicht 3,2—3,5, die größere Schwere hängt vom größern Eisengehalt ab. Farbe meist trübe: pistaciengrün, braun, aschgrau ꝛc.

Vor dem Löthrohr schmelzen sie unter Brausen und Krümmen, allein die Schlacke erstarrt gleich, daher nannte sie Klaproth unschmelzbar. Ihre Formel $\dot{R}^3 \dddot{Si} + 2 \dddot{R} \dddot{Si}$ soll mit Skapolith stimmen. Glühverlust 2 p. C., kein $\dot{F}e$ (Pogg. Ann. 76. 95).

Epidot gehört zu den sehr verbreiteten Mineralen, besonders in schmalen Gängen des Hochgebirges der Alpen. Hin und wieder spielt er auch in den Mandelsteinen eine Rolle.

a) Pistazit Wr. nach der saftgrünen Farbe der Pistaciennüsse genannt. Kursten's Thallit. Dieses dunkele Pistaciengrün mit einem starken Stich ins Gelbe ist in der That auch so charakteristisch, daß man die feinsten Nadeln in den Mandelgesteinen an der Farbe wiedererkennt. Die schönsten Krystalle finden sich in den Magneteisengruben von Arendal (Akanthikone) und hier mit den meisten Flächen begabt. Dann kommen die feinstrahligen von Bourg d'Oisans mit Gradendfläche P an der gewendeten Säule (Delphinit). Die Scorza der Wallachen in den Goldwäschen von Muska in Siebenbürgen ist sandig. Diese grünen verdanken ihre Farbe wohl dem Reichthum an Eisenoxyd $\dot{C}a^3 \dddot{Si} + 2 (\dddot{Al}, \overline{\dddot{Fe}}) \dddot{Si}$. Vauquelin fand 24 $\overline{\dddot{Fe}}$. Er schmilzt leicht zu einer blasigen Schlacke, die schnell unschmelzbar wird, und krümmt sich dabei etwas. Merkwürdig ein Gehalt an Zinnoxyd, bei Finnländischen nahe 1 pr. C. betragend. Atomvolumen 1268.

b) Kalkepidot $\dot{C}a^3 \dddot{Si} + 2 \dddot{Al} \dddot{Si}$. Zu ihm gehören unter den Krystallen die braunen vom Montblancgebirge und die sehr klaren und durchsichtigen aus dem Zillerthal. Sie sind im Hochgebirge vereinzelt gar häufig zu finden. Aber noch verbreiteter ist der aschgraue strahlige, der in derben Stücken zu Weissenstein im Fichtelgebirge im Granit lagert, in den Alpen im Quarz ꝛc. Sein erster Blätterbruch sondert sich schalig ab. Vor dem Löthrohr schmilzt er in großen Blättern viel leichter als Pistazit, bläht sich dabei blumenkohlartig auf, allein die poröse Schlacke wird eben so schnell unschmelzbar. Werner nannte diese Zoisit, da Baron v. Zois sie zuerst auf der Saualpe in Kärnthen (daher Saualpit) entdeckte. Klaproth (Beitr. IV. 180) fand darin 21 $\dot{C}a$ neben 3 $\overline{\dddot{Fe}}$.

c) Manganepidot, Werner's piemontesischer Braunstein, von kirschrother Farbe. Cordier fand ihn bei St. Marcel im Aostathal. Seine Struktur gleicht der vom Zoisit, aber er schmilzt noch leichter, schwellt nicht auf, und die Schlacke hält sich lange im Fluß, doch erstarrt sie zuletzt auch. Cordier fand 12 $\overline{\dddot{Mn}}$ und 19,5 $\overline{\dddot{Fe}}$, spätere Analysen sogar 19 $\overline{\dddot{Mn}}$, daher geben sie mit Borax, der sie löst, in der äußern Flamme

ein amethystfarbiges Glas, das man in der innern leicht farblos bläst. $\dot{C}a^3 \ddot{S}i + 2 (\ddot{A}l, \ddot{M}n, \ddot{F}e) \ddot{S}i$, 0,4 kupferhaltiges Zinn.

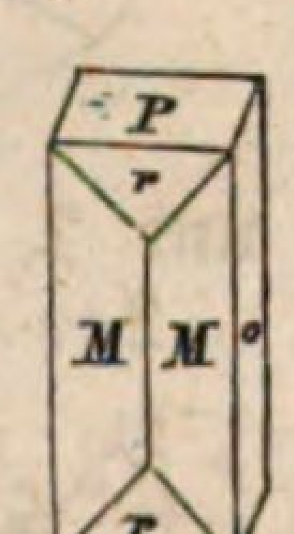
Brooke's rosenrother Thulit, im Quarz mit spangrünem Vesuvian zu Tellemarken (Norwegen), hat die Blätterbrüche und Zwillinge des Epidot's, seine Farbe verdankt er 1,6 $\ddot{M}n$, ein derber rosenrother von Arendal enthielt 0,22 Vanadinsäure. Brewster's Withamit in gelbrothen Krystallen aus den Mandelsteinen von Glencoe bildet unsymmetrische sechsseitige Säulen M/T = 116° 14′ und T/r = 128° 20′ mit dem Säulenpaare n/n aufgesetzt, entspricht daher ganz der gewöhnlichen Form.

Nach neuern Untersuchungen sollen auch Bucklandit, Orthit (Allanit, Cerin 2c.) die Krystallform des Epidots zeigen, und man hat sich daher bemüht, diesen complicirten Mischungen die einfache Formel des Epidots zu geben. Ihrem Aussehen nach gehören sie aber zu den Metallsteinen.

4. Staurolith.

Σταυρός auf die kreuzförmigen Zwillinge anspielend, Aldrovand und später de la Methérie bedienen sich bereits dieses Namens, welchen Hauy in Staurotide änderte. L'Isle Cristall. II. 434 heißt ihn Schorl cruciforme ou pierres de croix, Cronstedt Miner. §. 75 Basler Taufstein. „Er gleichet einem Kreuze, und wird deßwegen von den Katholiken getragen, und lateinisch lapis crucifer genennet." Wegen der rothen Granatfarbe hat man die vom St. Gotthardt auch Granatoid genannt.

Zweigliedrig mit Winkeln, wie sie bei regulären Krystallen vorkommen, woraus Hr. Prof. Weiß (Abh. Berl. Akadem. 1831 pag. 313) die ungewöhnlichen Zwillingsbildungen begreifen gelehrt hat. Einfache Krystalle machen eine geschobene Säule M = a : b : ∞c 129° 20′, deren scharfe Kante durch den ziemlich deutlich blättrigen Bruch o = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft wird. Eine Gradendfläche P = c : ∞a : ∞b fehlt nie. Solche MPo kommen in ungeheurer Zahl im glimmerigen Thonschiefer von Quimper in der Bretagne vor. Bei denen aus der Schweiz pflegt noch das Paar r = a : c : ∞b zu sein, die sich über P unter 70° 32′, dem Winkel des regulären Tetraeder, schneiden. Daraus würden die Axen

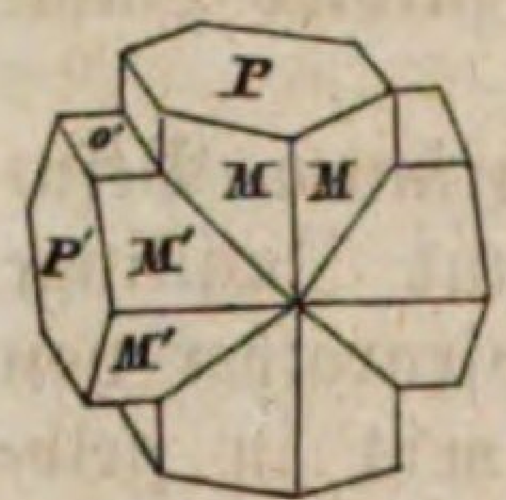


$$a : b : c = \sqrt{2} : 3 : 2$$

folgen. Nähme man o als Granatoederfläche, so würde P eine zweite, aber von o differente sein, stellt man diese oP einem rechtwinkligen Paare am Granatoeder parallel, so kann man statt den vordern Endkanten des Oktaeders am Granatoeder die M als Leucitoidflächen a : a : ¼a (129° 31′) und die r als Leucitoederflächen a : a : ½a (über P 70° 31′ 44″) nehmen*), dann wären von den 12 Krystallräumen dieser Körper je ⅙ vorhanden, also würde eine Hektoedrie entstanden sein. Halten wir also den Staurolithsäulenwinkel als 129° 31′ 16″ und die Zuschärfung als 70° 31′ 44″, fest, so haben wir

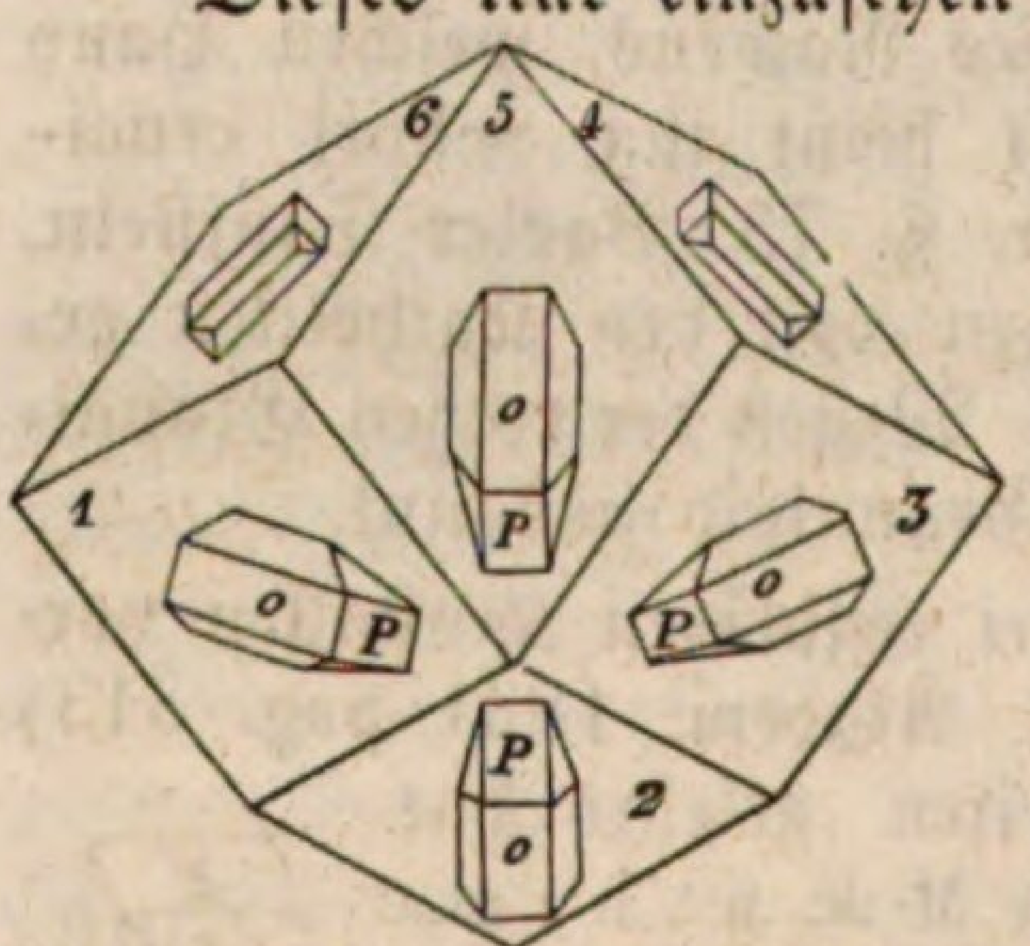
1sten Zwilling: die Individuen kreuzen sich rechtwinklig, die stumpfen Säulenkanten liegen im obern Niveau und würden beide durch

*) Bekanntlich schneiden sich zwei in einer Axenecke gegenüberliegende Leucitoederflächen unter 70° 31′ 44″, deren Complement der Oktaederwinkel 109° 28′ 16″ ist.

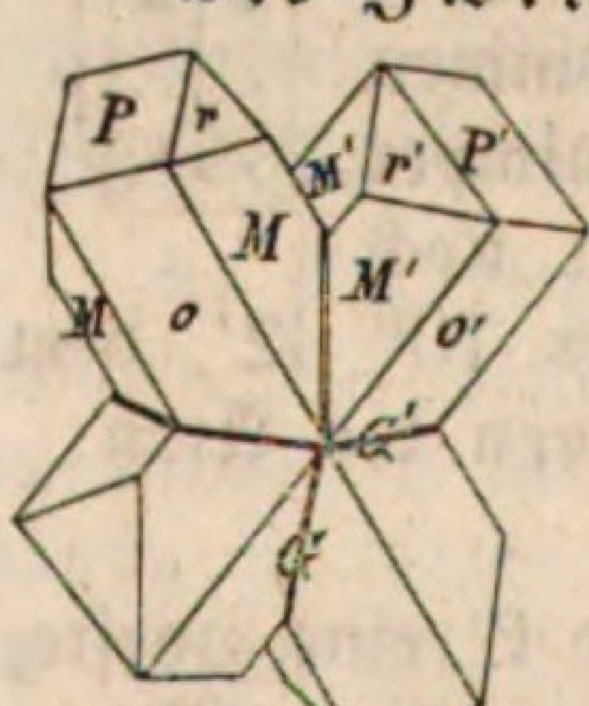


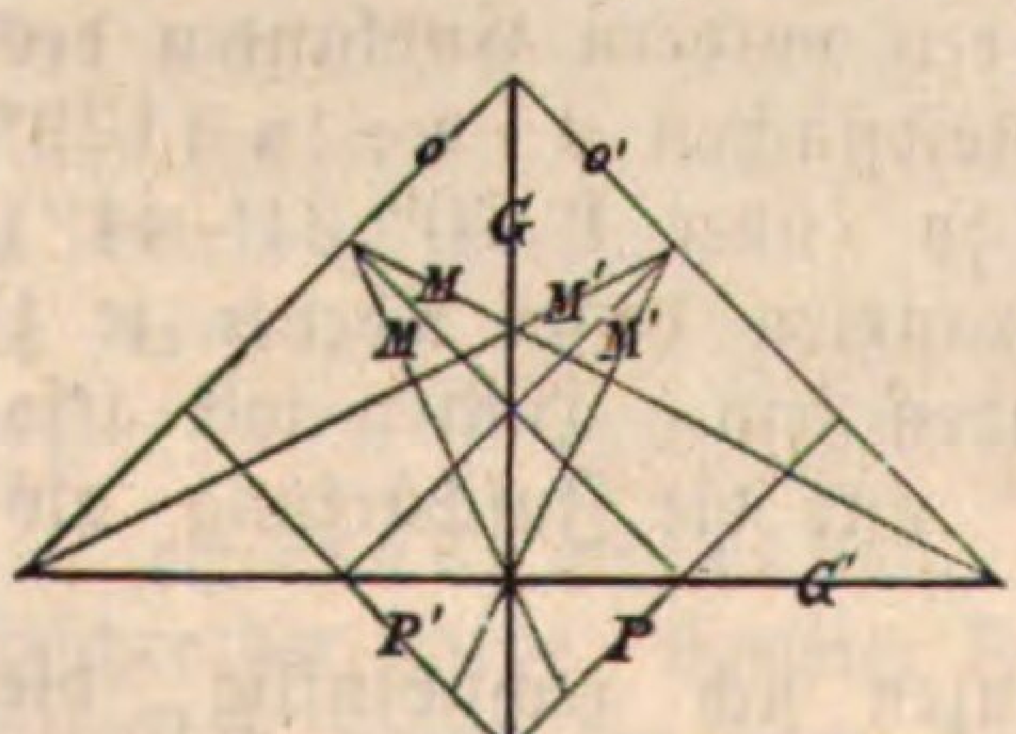
a : ∞b : ∞c abgestumpft. Es spiegelt also der Blätterbruch o' des einen mit der Gradendfläche des andern und umgekehrt ein. Die Blätterbrüche o/o bilden jetzt eine quadratische Säule, und stellt man diese einer der quadratischen Säulen des Granatoeders parallel, so bilden M M M' M' das daraufstehende Oktaeder der zugehörigen Leucitoidfläche a : a : $\frac{1}{3}$a, daher muß der einspringende Winkel M/M' = 144° 54' 11" der Winkel der Oktaederkanten dieses Leucitoides sein. Die beiden Gränzebenen sind Würfelflächen, welche sich daher unter rechten Winkeln schneiden: am Staurolith würden sie den Ausdruck b : $\frac{3}{2}$c : ∞a bekommen, darum sagt man auch, die Zwillingsindividuen haben diese Fläche gemein, und liegen umgekehrt. Da nun das Granatoeder drei rechtwinklige Säulen hat, so kann ich in dreierlei Weise die quadratische (o/o oder P/P) des Zwillings denselben parallel stellen. Drei Zwillinge in dieser Stellung durchdrungen gedacht müßte daher ein vollständiges Leucitoid mit Granatoederflächen bilden.

Dieses klar einzusehen lege man kleine Staurolithe mit ihrer Fläche o dergestalt auf die Granatoederflächen, daß noch P auf 1 mit 3, auf 2 mit 5, auf 3 mit 1, auf 4 mit 6, auf 5 mit 2 und auf 6 mit 4 spiegeln. Es haben dann die Staurolithindividuen eine solche Lage, daß wenn man Individuum auf 1 mit dem auf 3, auf 2 mit 5 und auf 4 mit 6 zusammengewachsen denkt, der erste Zwilling mit rechtwinkligem Kreuz entsteht; denkt man dagegen zwei in einer Granatoederkante anliegende Krystalle, z. B. 1 und 2, 2 und 3, 3 und 5 rc. mit einander verwachsen, so kommt der



2te Zwilling: die Individuen kreuzen sich unter 60°, es liegen aber die Kanten M/o im obern Niveau. Aus der Stellung am Granatoeder folgt, daß die Gränzebene G im scharfen Winkel Granatoederfläche sein muß, welche am Staurolith den Ausdruck c : a : $\frac{2}{3}$b hat, die Zwillingsindividuen haben also diese Fläche gemein und liegen umgekehrt. Die zweite Gränzebene G', von welcher schon Hauy bewiesen hat, daß sie ein reguläres Sechseck bildet, gehört der Oktaederfläche an. Man überzeugt sich davon am leichtesten, wenn man den Zwilling auf die Würfelfläche projicirt, wie in nebenstehender Figur. Auch übersieht man dann alle diese verwickelten Verhältnisse mit einem Blicke. P/P' und o/o bilden den Granatoederkantenwinkel von 120°, er wird durch G halbirt; G halbirt ferner den einspringenden M/M' 129° 31' 16" (oben neben G), und den darunter liegenden M/M' 62° 57' 51', das Complement zum stumpfen ebenen Winkel des Leucitkörpers (117° 2' 9") bildend. An der Gränzebene G' ist M/o' = M'/o = 148° 31' 4" = $\frac{1}{2}$ (117° 2' 9") + 90. Diese G' hat am Staurolith den Ausdruck





a : ½c : ∞b, ist also gerade auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt, und da sie ein reguläres Sechseck von 120° an der Staurolithsäule MMo bildet, so darf man auf ihr die Stücke nur um 120° gegen einander verdrehen, um auch zur Zwillingsstellung zu gelangen.

Die optischen Axen liegen in der Ebene a : ∞b : ∞c, ihre Ebene halbirt also den scharfen Säulenwinkel, sie bilden unter sich einen Winkel von 85°, welchen die Mittellinie c halbirt.

Härte 7—8, Gew. 3,7, röthlich braun, die Farbe erinnert sehr an blutrothen Granat, nur ist sie etwas dunkeler.

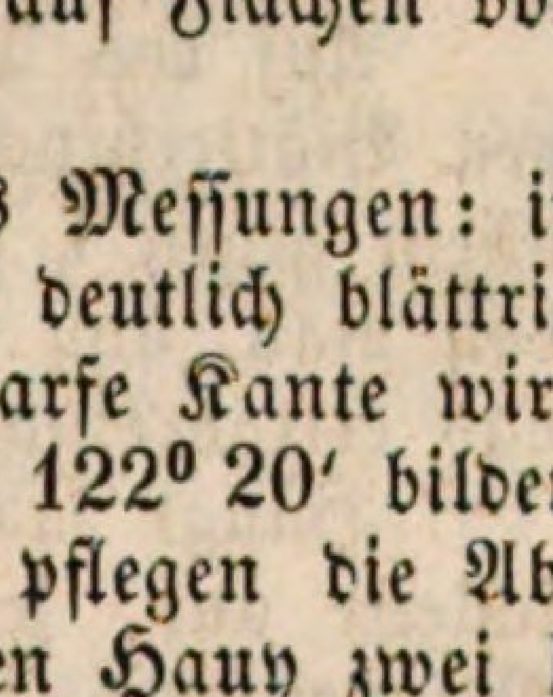
Blos im feinen Pulver kann er an den Kanten zu einer Schlacke geschmolzen werden, mit Soda unter Brausen eine gelbe Schlacke. Die Analyse führt zu verschiedenen Resultaten: vom St. Gotthardt 3,74 Gew. $\ddot{R}^2 \ddot{S}i$, 29 $\ddot{S}i$, 52 $\ddot{A}l$, 17,6 $\ddot{F}e$; von Airolo 3,66 Gew. $\ddot{R}^3 \ddot{S}i$, 33,4 Si, 47,2 $\ddot{A}l$, 16,5 $\ddot{F}e$; aus der Bretagne 3,53 Gew. $\ddot{R}^5 \ddot{S}i^4$, 39,2 $\ddot{S}i$, 44,9 $\ddot{A}l$, 15,1 $\ddot{F}e$. Man hat diese Schwierigkeit unter anderm dadurch zu erklären gesucht, daß $\ddot{S}i$ mit $\ddot{A}l$ isomorph sei. Ein kleiner Talkerdegehalt fehlt nie.

5. Cyanit Wr.

Κύανος blau. Saussure der jüngere beschreibt ihn 1789 als Sappare, welcher Name schon unter Jacob VI. (1600) in Schottland für ihn geläufig war. Vor Werner (Bergm. Journ. 1790. III. 1, pag. 149) hieß er gewöhnlich blauer Schörl, Hauy nannte ihn Disthen (*σϑένος* Kraft), doppeltkräftig, weil manche Krystalle gerieben auf Flächen von gleicher Glätte positiv, andere negativ elektrisch würden.

Die Krystalle bilden lange Strahlen, nach Phillips Messungen: in der geschobenen Säule T/M 106° 15′, die breitere M sehr deutlich blättrig und glänzend, T zwar auch blättrig aber matt. Die scharfe Kante wird durch o schief abgestumpft, so daß M/o 131° 25′ und T/o 122° 20′ bildet. Untergeordnet und unsicher durch starke Längsstreifung pflegen die Abstumpfungen der stumpfen Säulenkante T/M zu sein, deren Hauy zwei k und l angibt. Das System muß also zum gewendet 2 + 1gliedrigen oder ein- und eingliedrigen gehören. Eine blättrige Endfläche kommt zwar vor, sie soll in P/M 100° 50′ und in P/T 93° 15′ machen. Leider spiegelt sie aber selten gut, jedoch erzeugt sie auf M eine ausgezeichnete Querstreifung, welche die Kante M/o unter 90° 15′ schneiden müßte, also fast senkrecht gegen die Säulenaxe stünde. Darnach scheint also das System ein- und eingliedrig und die von Hauy angegebenen Abstumpfungen von P/T zu beiden Seiten müßten dann ungleichwerthig sein.

Zwillinge kommen häufig vor, sie haben den Blätterbruch M gemein, und liegen umgekehrt. Nach Mohs gewöhnlich der, woran sowohl T/T′ als P/P′ einspringende Winkel bilden. In diesem Falle müssen die Flächen M und M′ so aneinander liegen, daß die Kante T/M mit T′/M′ und die Kante P/M mit Kante P′/M′ parallel geht, es ist also ein Gemeinhaben von M im vollsten Sinne des Wortes: der Zwilling entsteht, wenn man beide Individuen auf M um 180°



gegen einander verdreht. Dagegen behauptet nun G. Rose (Kryst. chem. Mineral. pag. 79), daß eine

zweite Art, wo zwar T und T′ auch einspringende Winkel bilden, aber P und P′ scheinbar mit einander einspiegeln, gewöhnlicher sei. In diesem Falle muß man das eine Zwillingsindividuum 180° um die Axe P/M drehen. Da Kanten P/M und o/M auf M ein Parallelogramm von 90° 15′ bilden, so müssen sich, entweder wenn M/P ⫩ M′/P′ gedacht würde, die Säulenkanten M/o mit M′/o′ unter 30′ schneiden; oder wenn M/o ⫩ M′/o′, die Kanten P/M und P′/M′ unter 30′. Die Unterschiede beider möglichen Fälle sind so gering, daß sich nicht leicht die Wahrheit wird ermitteln lassen. Endlich ist auch eine

dritte Art möglich: ein Individuum dreht sich 180′ um die Säulenkante M/T, dann werden alle Säulenflächen einspiegeln, nur die Endflächen P unter 30′ Kreuzung der Kanten P/M mit P′/M′ einen einspringenden Winkel bilden. Da nun das Ende gewöhnlich fehlt, so erscheinen dem Auge solche Krystalle einfach, Plücker weist aber (Pogg. Ann. 82. 58) ein optisches Mittel nach, sie zu erkennen: es zeigen sich nämlich zwischen gekreuzten Turmalinplatten eigenthümliche hyperbolische Linien, welche sich bei einfachen Individuen niemals finden.

Die optische Mittellinie steht senkrecht gegen den Blätterbruch M, die Ebene der optischen Axe geht durch den stumpfen Winkel des Parallelogramms von 90° 15′ und schneidet die Kante M/T unter 30°. Die Axen selbst schneiden sich unter 81° 48′.

Auf das Dichroskop wirken die Krystalle sehr stark: senkrecht gegen den Blätterbruch sind die Bilder zwar kaum von einander verschieden, allein gegen T gesehen wird das eine Bild auf Kosten des andern prachtvoll blau, und zwar bei aufrechter Säulenaxe das ordinäre, bei liegender das extraordinäre.

Hängt man den Krystall an einem Coconfaden in einer Papierschleife auf, so stellt er sich mit Declination und Inclination wie eine Magnetnadel (Plücker Pogg. Ann. 77. 448), „er ist eine wahre Compaßnadel“, und richtet dabei immer dasselbe Ende nach Norden! Zu diesem interessanten Experiment gehört jedoch eine vorsichtige Wahl der Individuen, bei allen glückt es nicht.

Nicht minder auffallend sind die großen Verschiedenheiten der Härte: auf dem Blätterbruch M läßt er sich parallel der Säulenkante M/T, also senkrecht gegen die Faserstreifung, mit einem gewöhnlichen Messer noch gut ritzen (H = 4—5), parallel der Faser, also senkrecht gegen die Kante, kommt man dagegen beim stärksten Druck nicht mehr hinein (H = 6), auf den übrigen Säulenflächen erreicht er dagegen, besonders gegen die Säulenkante, die Härte des Quarzes = 7! Gew. 3,5—3,7. Blaue Farbe, ins Weißliche bis Farblose, seltener graulich.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, brennt sich aber weiß, mit Kobaldsolution stark geglüht schön blau. Zum Aufschließen eignet sich Aetzkalihydrat am besten.

$\ddot{A}l^3 \dddot{S}i^2$ mit etwa 62,6 $\ddot{A}l$, 37 $\dddot{S}i$, 1 $\ddot{F}e$,

doch schwanken die Angaben etwas. Jedenfalls ist die Zusammensetzung Staurolithartig, daher verwachsen beide häufig der Länge nach mit ein-

ander, und zwar spiegelt gewöhnlich der blättrige Bruch M mit der Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante o am Staurolith: so bei den schönen Krystallen von Cheronico am St. Gotthardt, die im weißen Glimmerschiefer liegen. Im Pfitscher Thal bei Sterzing in Tyrol kommen breite blaue Strahlen im Quarz vor, die oft in auffallender Weise krummschalig werden. Sie zersplittern sich zu schmalen Strahlen von weißer, rother, grauer und schwarzer Farbe, was Werner Rhäticit nannte.

Sillimanit Boven $\ddot{A}l^3 \ddot{S}i^2$, von der Zusammensetzung des Cyanit's, wird von vielen dafür gehalten. Die langstrahligen gelblichen Krystalle bilden Säulen von 98°, die mit o/l = 97° 6′ beim Cyanit stimmen, auch wird ihr stumpfer Winkel durch einen deutlichen Blätterbruch abgestumpft, aber die andern Blätterbrüche scheinen zu fehlen. Sonst stimmt alles gut, nur das Gewicht beträgt blos 3,24. Auf Gängen im Gneuse bei Saybrook (Connecticut). Auch der Wörthit Heß Pogg. Ann. 21. 73 aus Geschieben bei Petersburg hat ein feinstrahliges Cyanitartiges Aussehen, und scheint trotz seines geringen Wassergehalts (4,8 p. C.) nicht davon verschieden.

6. Andalusit.

Von Bournon 1789 Spath adamantin d'un rouge violet genannt, die Stücke stammten vom Gebirge Forez, Lamétherie soll ihn von Andalusien in Spanien erhalten haben, woher der Name.

Zweigliedrige wenig blättrige Säulen M = a : b : ∞c von 90° 50′ nach Haidinger (Pogg. Ann. 61. 295) mit Gradendfläche P = c : ∞a : ∞b, die ein quadratisches Aussehen haben, und von besonderer Schönheit mehrere Zoll dick und mehrfach länger im Quarzgestein von Lisens südwestlich Innspruck brechen. Hin und wieder findet sich eine kleine Abstumpfung der Ecken über der stumpfen Säulenkante a : c : ∞b 109° 4′ wornach

$$a : b = \sqrt{1,97} : \sqrt{2,03}$$

sich verhalten würde. Auch Zuschärfungen b : c : ∞a auf die scharfe Säulenkante, so wie Abstumpfungs- und Zuschärfungsflächen der stumpfen Säulenkante ꝛc. werden angegeben.

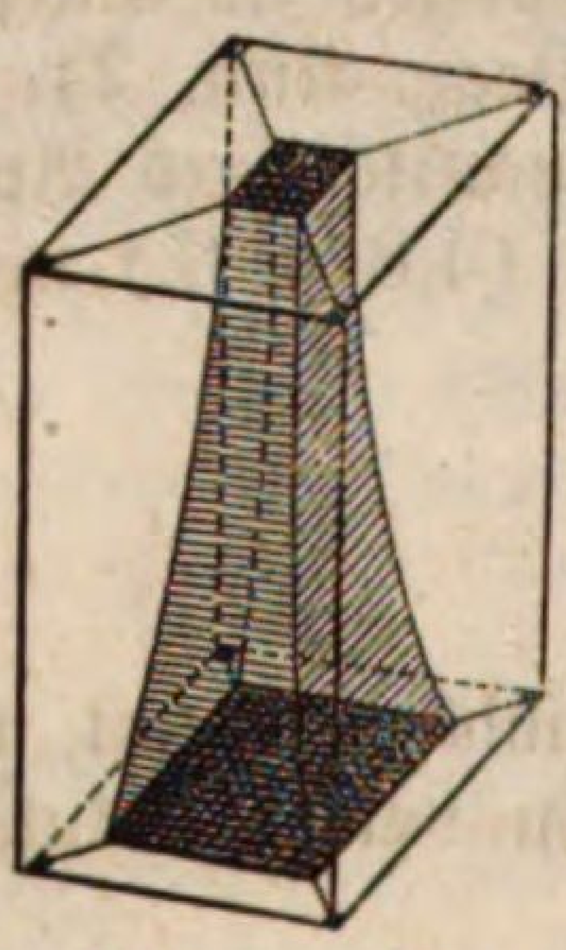
Gewöhnlich stark mit Glimmer bedeckt, welcher auch die Krystalle durchdringt, ihnen talkartige Weichheit gibt ꝛc. Die frischen gehen etwas über Quarzhärte hinaus, 3,17 Gewicht. Meist trübe grüne, röthliche, graue Farbe mit geringer Durchscheinenheit. Trotzdem wirken namentlich die rothen auf das Dichroskop. Besonders aber die grünen durchsichtigen aus Brasilien, welche grüne und rothe Bilder geben.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, wird mit Kobaltsolution schön blau, $\ddot{A}l^4 \ddot{S}i^3$, Thonerde steigt bis auf 60 p. C., ältere Analysen geben einen bedeutenden Gehalt von Kali, nach Vauquelin bei den spanischen sogar 8 p. C. Er kommt besonders in Quarzgesteinen vor, nicht blos in den Alpen, sondern von rother Farbe mit Fettglanz und großer Härte zu Goldenstein in Mähren. Auffallend ist es, daß die trüben so häufig steinmarkartig weich werden.

Wahrscheinlich ist der Buchholzit im Quarz von Lisens ein feinfasriger Andalusit, der sehr an Katzenauge erinnert. Auch Bournon's

Fibrolit mit Korund zu Carnatik in Ostindien wird dahin gerechnet. Im Quarz kommt ferner der Xenolith Äl S̈i von Peterhoff in Finnland und der Bamlit $Äl^2$ $S̈i^3$ von Bamle in Norwegen vor, beide scheinen ohnedieß wegen ihrer fasrigen Bildung dem Buchholzit sehr nahe stehend. Ein viel höheres Interesse gewährt dagegen der

Chiastolith Karsten Mineral. Tabell. pag. 73, so genannt, weil im Innern der Thonschiefer den griechischen Buchstaben *X* bildet, Macle R. de l'Isle Crist. II. 440, Aldrovand im Museum metall. 1648 pag. 881 bildet bereits die Spanischen von Santiago di Compostella in Galizien als Lapis crucifer ab, und Werner gab ihm den nicht unpassenden Namen Hohlspath.



Er findet sich nur im Thonschiefer in Andalusitartigen Säulen von 91⁰ 50′, die beim Zerschlagen einen ziemlich deutlichen Blätterbruch wahrnehmen lassen. Auf dem Querbruch nimmt man in günstigen Fällen ein Kreuz von Thonschiefer wahr (crucem Domini salutis humanae symbolum, Mercati Metallotheca vaticana 1717 pag. 237), das sich in der Mitte und in den 4 Kanten verdickt. Daher sehen die Kanten außen gewöhnlich schwarz aus. An ein und derselben Säule vermehrt sich dann nicht selten die Thonschiefermasse so, daß sie das ganze Innere eckig ausfüllt. Die Oberfläche glänzt bei den Französischen mit einer dünnen Glimmerschicht. Feldspathhärte, Gew. 3, halbdurchsichtig mit einem Stich ins Gelbe. Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht. Arfvedson fand bei dem Bretagner sogar 11,3 K̇a, deßhalb war man früher geneigt $K̇^3$ $S̈i^2$ in die Formel aufzunehmen, einen Theil der Schuld mag der niemals ganz Kalifreie Thonschiefer tragen, denn Bunsen (Pogg. Ann. 47. 188) fand $Äl^4$ $S̈i^3$, 39,1 S̈i, 58,7 Äl und keine Spur von Kali in der reinen Masse.

In den Thonschiefern findet sich das Mineral öfters: in Deutschland sind besonders die dünnen Säulen von Gefrees im Fichtelgebirge bekannt, Leonhardt gibt ihn auch im Thonschiefer bei Baden am Schwarzwalde an, Germar am Unterharze bei Bräunrode und Greifenhagen ꝛc. Ebenso fein sind sie in einem röthlichen Thonschiefer vom Cap der guten Hoffnung eingesprengt. Viel dicker enthält sie der Thonschiefer der Bretagne von Salles de Rohan bei St. Brieur. In den Pyrenäen erreichen sie sogar fast Fußlänge und 2 Zoll Dicke, sie werden dort verschliffen und wegen ihrer Kreuzfigur seit langer Zeit als Amulette getragen.

Vergleiche wegen seines Aussehens auch Charpentier's Couzeranit aus den grauen krystallinischen Kalken der Pyrenäen, dessen lange vierseitige fast quadratische Säulen innen öfter ebenfalls hohl und mit dem Muttergestein ausgefüllt sind. Freiesleben's Talksteinmark aus dem Porphyr von Rochlitz in Sachsen hat zwar die Zusammensetzung des Cyanits $Äl^3$ $S̈i^2$, gehört aber seines Aussehens nach zu den Thonen. G. Rose führt hier auch den Agalmatolith pag. 202 als Äl $S̈i^3$ auf.

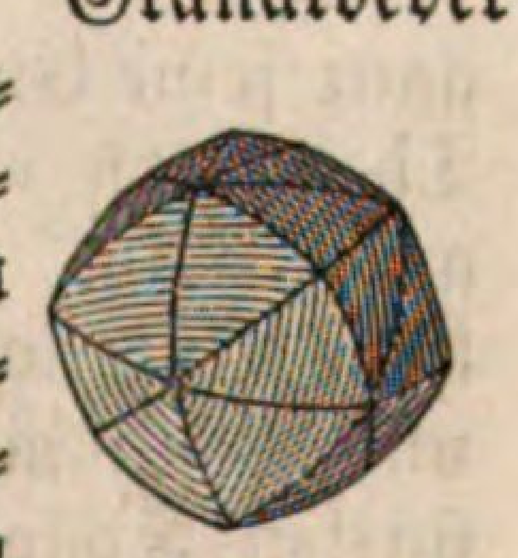
VI. Edelsteine.

Die Gemmen bilden eine gute Gruppe unter den Silicaten, welche man nicht zerreißen sollte, wenn auch ihre Gränzglieder nur schwach verbunden sein mögen. Große Härte (es sind die härtesten irdischen Stoffe), hohes Steingewicht, prächtige Farben und Klarheit, verbunden mit starkem Glanz, eine nicht gewöhnliche Zusammensetzung zeichnen sie aus. Den edlern unter ihnen fehlt die gemeinere Kieselerde ganz, und die Thonerde bekommt das Uebergewicht. Ja die Krone derselben, der Diamant, besteht aus Kohlenstoff, und dennoch ist hier sein natürlicher Platz. Trotz ihres sparsamen Vorkommens sind die Edelsteine schon den ältesten Völkern bekannt, ihre Namen sind uns überliefert, obgleich wir nicht immer wissen, was darunter verstanden wurde. Auch konnten die Alten bei dem mangelhaften Stande der Wissenschaft sich selbst über die Sachen nicht klar sein.

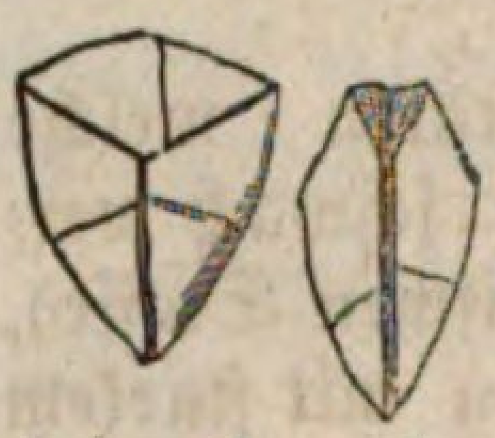
1. Diamant.

Bei den Griechen *ἀδάμας* (unbezwingbar *δαμάω*), wie alles harte, arabisch mas, Jahalom Demant Luther 2 Mos. 28, 18. Plinius hist. nat. 37. 15 spricht über adamas sehr ausführlich: „den größten Preis unter den menschlichen Dingen hat der Diamant, lange nur den Königen und auch unter diesen blos wenigen bekannt. . . . Nur im feinsten Golde erzeugt er sich . . . Sechs Arten sind bekannt . . . Darunter die Indischen und Arabischen, von unaussprechlicher Härte, auf den Ambos gelegt, stoßen sie den Schlag so zurück, daß Eisen und Ambos in Stücke zerspringt, auch das Feuer besiegen sie, denn man hat ihn noch nicht verbrennen können (numquam incalescens) . . . . . Diese Macht über Stahl und Feuer wird durch Bocksblut gebrochen, aber nur wenn sie durch frisches und warmes gebeizt sind, und auch so erst nach vielen Schlägen, und immer noch Ambose und Hammer sprengend . . . . . Nur ein Gott kann dieses unermeßliche Geheimniß dem Menschen mitgetheilt haben . . . . . Und wenn er nun glücklich zum Reißen gebracht wird, so zerspringt er in so kleine Stücke, daß man sie kaum sehen kann. Das war der Standpunkt des Alterthums.

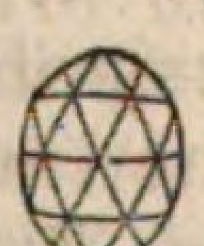
Reguläres Krystallsystem, deutlich oktaedrisch blättrig, wovon die Steinschneider profitiren, indem es dadurch allein möglich gemacht ist, rauhe Stellen schnell wegzuspalten. Oktaeder a : a : a bei den Ostindischen oft, doch werden sie in Paris sehr schön nachgemacht. Granatoeder a : a : ∞a bei den Brasilianischen gewöhnlich, aber stark gerundet und kaum meßbar. Die meisten nach der kurzen Diagonale (Kante des eingeschriebenen Würfels) der Rhomben geknickt, wodurch ein sehr verzogener Pyramidenwürfel entsteht. Seltener herrscht die Knickung nach der Längsdiagonale, was ein bauchiges Pyramidenoktaeder gibt. Die Knickung nach beiden Diagonalen gibt ein Pyramidengranatoeder, das wegen der Flächenrundung sich der Kugel- und Eiform nähert. Eine gleiche Deutlichkeit beider der gebrochenen Würfel- und Oktaederkanten ist aber durchaus nicht gewöhnlich, in der Kugel prägt sich also das Oktaeder oder

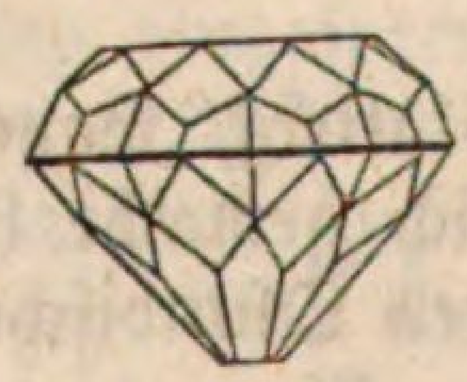


Granatoeder vorherrschend aus, jenes der Ostindische, dieser der Brasilianische Typus. Würfel kommt selten vor, und Leucitoeder wird gar nicht angeführt. Dagegen trifft man häufig *Zwillinge*, stark nach der trigonalen Zwillingsaxe verkürzt. Kommt daran der blättrige Bruch vor, so macht er einspringende Winkel auf den Seiten, während drei der Zwillingsaxe parallel gehende Granatoederflächen in beiden Individuen einspiegeln, aber sich doch durch die verschiedene Streifung unterscheiden lassen. Mag daher auch, wie häufig geschieht, die Zwillingsgränze noch so stark verwachsen, so wird man doch leicht auf die Spur geführt. Geschliffene Platten zeigen öfter zahllose Zwillingsstreifen, wie der Labrador, es scheint das von zahllosen neben einander gelagerten Lamellen herzukommen. Denn in gewissen Richtungen leuchten nach Brewster die einen Lamellen, die andern nicht; ohne Zweifel wird bei den leuchtenden der Blätterbruch spiegeln. Unter den ersten Diamantlinsen gaben daher einige doppelte und dreifache Bilder.



Härte 10, und zwar von allen Steinen bei weitem der härteste. Daher konnte man ihn früher nur etwas poliren (Spitzsteine), wobei man von der natürlichen Krystallform Nutzen zog. Die Agraffe des kaiserlichen Mantels Karls des Großen ist noch mit solchen ungeschliffenen Steinen besetzt. Erst Ludwig van Berquen aus Brügge in Flandern fand 1456, daß man ihn in seinem eigenen Pulver (Demantbort) schleifen könne. Anfangs machte man Dick- und Tafelsteine, d. h. man stumpfte die Ostindischen Oktaeder an zwei entgegengesetzten Ecken mehr oder weniger ab. 1520 kamen *Rosetten* (Rauthensteine) auf: der Schnitt richtet sich nach der rhomboedrischen Stellung, die untere flache Basis entspricht dem blättrigen Bruch, und die Spitze endigt mit 6 Sternfacetten, außer dem sind noch 18 Querfacetten da, die sich zu 6 + 12 gruppiren. Liegen die 6 unter den Flächen der Sternfacetten, so folgen im Rande 12, liegen aber die 6 unter den Kanten, so fallen die 12 zwischen die beiden 6. Besonders sind die Zwillinge zu solchen Rosetten brauchbar, man spaltet sie nur nach der Zwillingsebene durch, dann gibt die nach der kurzen Diagonale gebrochene Granatoederfläche den Anhaltspunkt für die 6 Sternfacetten. Cardinal Mazarin ließ zuerst *Brillanten* schleifen. Ihr Schliff richtet sich nach der oktaedrischen Stellung: der flachere Obertheil (Krone) endigt mit einer Gradendfläche (Würfelfl.), darunter folgen 8 + 8 + 8, oder 8 + 8 + 16 Facetten; der spitzere Untertheil ist dem obern ähnlich, aber am Unterende nur durch eine ganz feine Endfläche (Kalette) abgestumpft; der Gürtel (Rand) trennt beide Theile von einander. Ein guter Brillantenschliff weicht nie vom Zahlengesetz 8 ab. Die Brillanten faßt man meist à jour, d. h. man gibt ihnen keine Unterlage, wie den Rosetten. Das Schleifen ist sehr zeitraubend, und wenn man sie nicht mit feinen Meißeln durch einen schnellen aber starken Schlag spalten kann, so muß man sie mit einem feinen Stahldraht mittelst Diamantpulver und Oel durchschleifen. Der Regent in der Krone Frankreichs wiegt 136 Karat, roh wog er 410 Karat, er hat also durch den Schliff, der 2 Jahre gewährt haben soll, $\frac{2}{3}$ an Größe verloren. Daß Diamanten Glas schneiden, daran ist die doppelte Krümmung der





Krystallkanten schuld, die einen einzigen Punkt zum Schnitt kommen läßt (Wollaston in Gilbert's Ann. 58. 92).

Gewicht 3,55, genau das des Topases, daher sind auch Brasilianische Topasgeschiebe damit verwechselt worden.

Farblos, doch nehmen sie eine schwarze, nelkenbraune, graue, gelbliche, grünliche ꝛc. Färbung an. Juweliere theilen sie daher in Klassen von 1stem, 2tem und 3tem Wasser. Selten kommen entschiedene Färbungen vor, doch werden gelbe, rosenrothe, grüne ꝛc. erwähnt, und diese dann sehr theuer gezahlt.

Diamantglanz und starke Farbenzerstreuung, deßhalb zeigen die geschliffenen Facetten das lebhafteste Farbenspiel. Starke Strahlenbrechung 2,487, d. h. die vergrößernde Kraft der Diamant- zur Glaslinse wie 8 : 4, daher ist er auch zu mikroskopischen Linsen benützt worden, die aber sehr schwer vollkommen zu machen sind, so daß nur wenige gute existiren. Newton schloß 1675 daraus, daß er eine brennbare Substanz sein müsse. Er machte nämlich zwei Klassen von Körpern: feuerbeständige und brennbare, bei beiden folgt die Brechungskraft einem eigenen Gesetze, aber so ziemlich nach dem Verhältniß zur Dichtigkeit. Nun verhält sich die Dichtigkeit vom Quarz zum Diamant = 3 : 4, aber die Brechungskraft = 3 : 8, daher konnte Diamant kein feuerbeständiger Stein sein.

Bricht das Licht zwar nicht doppelt, polarisirt es also auch nicht. Allein nach Brewster finden sich im Innern Luftblasen, um welche herum wie im Bernstein das Licht etwas verändert wird. Da nun außerhalb dieser Blasensphäre das Licht vollkommen unpolarisirt durchgeht, so scheint die Masse ursprünglich weich gewesen zu sein, so daß eingeschlossene Luft durch Expansion die ihr nächstliegenden Theile verändern konnte, wie man etwa durch Druck auf Glas und Harz ähnliche Erscheinungen hervorbringt! Die Höhlen haben öfter sehr bizarre Formen, sie sind sogar, wie schon Tavernier erzählt, mit einer schwarzen Materie (boue végétale) erfüllt. Manche sollen durch Insolation (Pogg. Ann. 64 334) oder Bürsten phosphoresciren. Durch Reiben stets + elektrisch.

Reiner Kohlenstoff C, seine Oberfläche wird in der Oxydationsflamme matt, durch langes Glühen „schwarz und undurchsichtig, was nur von einem Uebergange in den amorphen Zustand herrühren kann." Obgleich das Pulver schon bei Anwendung einer Spirituslampe brennt, so kann er doch in Kohlenpulver verpackt der größten Hitze ausgesetzt werden, wie das die Pariser Steinschleifer schon 1771 wußten. Sobald aber Sauerstoff hinzutritt, so stößt er Gas aus (Boyle), und 1694 wurden auf Veranlassung Cosmus III von Florenzer Akademikern die ersten Diamanten in einem großen Tschirnhausischen Brennspiegel verflüchtigt; sie behielten zwar ihre Form bei, wurden aber immer kleiner, und verschwanden zuletzt ganz. Schon Lavoisier fand, daß sie dabei Kohlensäure entwickeln; Guyton, daß sie mit Eisen zusammengeschmolzen (cämentirt) Stahl erzeugen. In Wien wollte Kaiser Franz I 1750 im Ofenfeuer kleine zu einem großen zusammenschmelzen, aber die Sache gelang nicht. Petzhold glaubte in kleinen Rückständen Kieselerde mit Pflanzenzellen gefunden zu haben, aber Wöhler konnte das nicht bestätigen. Der Aschen-

gehalt beträgt zuweilen bis 2 p. C. Vergleiche auch den Graphit, welcher es wahrscheinlich macht, daß die Kohle dimorph sei.

Bildung. Einige haben gemeint, er könne sich auf organischem Wege gebildet haben, wie etwa Tabasher im Bambus, worauf auch die Polarisationserscheinungen hinweisen könnten, ganz abgesehen von den Zellen Petzholdt's. Andere suchten auf organischem Wege durch Schmelzen von Kohle ihn darzustellen. Silliman und Cagniart de Latour bekamen so auch wirklich farblose Kügelchen, welche Glas ritzten, es war aber nach Thenard geschmolzene Kieselerde. Auch die Liebig'sche Ansicht, sie als Verwesungsprodukt anzusehen, soll nicht Stich halten. Dagegen verflüchtigte Despretz (Compt. rend. Sept. 1853. pag. 369) Kohlen mittelst eines elektrischen Stroms über einen Monat hindurch. Es setzten sich an den Platindrähten kleine schwarze mikroskopische Oktaeder an, die Rubin polirten, was bekanntlich nur mit Diamantpulver geschieht pag. 149.

Vorkommen. Lange kannte man ihn nur auf sekundären Lagerstätten, in lockerm oder hartem Diluvialgebirge (sogenannte Diamantsaifen). Neuerlich hat man ihn jedoch nördlich Tejuco in Brasilien in einem glimmerhaltigen Quarzgestein (Itacolumit) gefunden, und da das Gestein dem Glimmerschiefer sehr ähnlich sehen soll, so scheint das Urgebirge die Bildungsstätte zu sein (Girard Leonhardt's Jahrb. 1843 pag. 308). Edle Metalle, wie Gold ꝛc. sind häufig Begleiter.

Vorderindien der älteste und berühmteste Fundort. Nach Ritter (Asien 6, pag. 343) gibt es daselbst fünf Hauptpunkte: 1) Cuddapah am Pennar bis Gandicotta, die südlichste Gruppe; 2) die Nandial-Gruppe auf der Westseite der Nalla Malla-Berge, welche sich von Cuddapah nördlich bis zur Kistna ziehen. Hier sollen die größten Indischen vorgekommen sein; 3) die Golconda-Gruppe (eine Bergfeste ¾ Stunde WNW von Hyderabad), sie hat keine Gruben, sondern ist nur der Markt, welcher durch den Franzosen Tavernier (Six voyages en Turquie 1669) so berühmt geworden ist. In der Gegend von Elore an der untern Kistna waren allein 60,000 Menschen mit Pochen und Waschen eines harten eisenschüssigen Sandsteins beschäftigt, der bis zu 14′ tief ausgebeutet wurde. Zu Raolconda war es ein Sandstein, wie bei Fontainebleau, in dessen kaum fingerbreiten Spalten ein feiner Sand sich findet, worin die Diamanten lagen. Da der Stein hart ist, so mußte der Sand mittelst zugespitzter Eisenstangen mühsam herausgeholt werden. Voyages II. 327. 4) Die Sumbhulpur-Gruppe am mittlern Mahanadi, wo man sie hauptsächlich im Schlammbette der Nebenflüsse auf der nördlichen Seite sammelt; 5) die Panna-Gruppe in Bundelkhund zwischen Sonar und Sone (25° N. Br.) in eisenhaltigem Kiese über Buntensandstein bildet die nördlichste Gruppe. Schon Ptolemäus erwähnt hier einen Adamasfluß. In heutiger Zeit hat das Suchen sehr abgenommen. Ceylon liefert trotz seines Edelsteinreichthums keine Diamanten, dagegen findet man sie an der Südostspitze von Borneo, Tanah Laut (Seeland) genannt, in einem rothen Thone von Gold und Platin begleitet. Der Thon ruht auf Serpentin- und Hornblendegestein (Poggendorf's Annal. 55. 526). Das Vorkommen in der alten Welt ist durch

Brasilien überflügelt. In der Provinz Minas Geraes ist besonders die unwirthliche Serro do Frio mit dem Hauptort Tejuco, von welcher

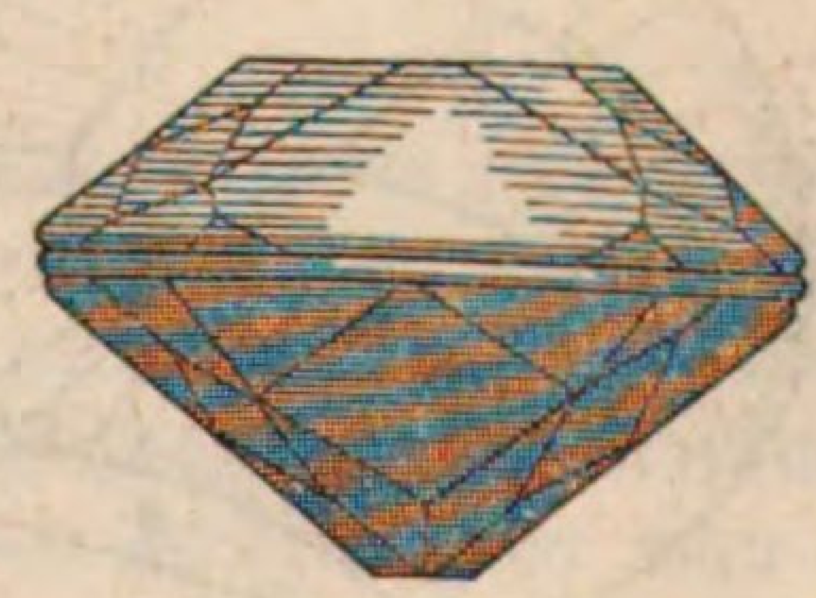
Stadt südöstlich sich der 5600′ hohe Itambé erhebt, woran der Fluß Jequetinhonha in 2 Armen entspringt. Hier liegt die Hauptgrube Mandanga, in einem eisenschüssigen Kies (Cascalho) mit großen Quarzgeschieben und Goldblättchen. Dieses secundäre Gestein ruht auf Itacolumit. 1727 erkannte ein Spanier die glänzenden Steine, während die Neger sie schon längst als Spielmarken benützt hatten. Später fand man sie tiefer im Innern im Flußgebiete des Rio San Franzisco, aber erst 1839 auf der ältesten Lagerstätte in einem „glimmerhaltigen Sandsteine" am linken Ufer der Corrego dos Rois in der Serra de Santo Antonio de Grammagoa, 36 Meilen nördlich Tejuco. Da dieses Gestein nach Claussen über der dortigen Grauwacke liegen soll (Leonhardt's Jahrb. 1842, pag. 459), so wäre auch hiermit das ursprüngliche Lager nicht gefunden, so ähnlich nach Girard das Gestein auch dem Glimmerschiefer sein mag. Martius hat berechnet, daß in den 46 Jahren von 1772—1818 3 Millionen Karat = 1300 ℔ im Werthe von 70 Millionen Gulden nach Europa gekommen seien. Neuerlich werden auch die Sierra Madre südwestlich Acapulco in Mexico, die Itacolumitregion der Goldwäschen des Hrn. Twitty in Nordcarolina als Fundgruben angegeben (Pogg. Ann. 70. 544).

Der Ural lieferte 1829 auf den Ländereien der Eisenwerke von Bissersk in den Goldseifen Krestowosdwischenskoi unter dem 59° N. Br. auf der Europäischen Uralseite die ersten Diamanten (G. Rose, Reise Ural. I. 352). Rose vermuthet, daß das Muttergestein Dolomit sei. Der Fund ist aber nur von wissenschaftlichem Interesse, da man bis 1848 blos 72 Stück von $\frac{1}{8}$ bis $7\frac{7}{16}$ Karat gefunden hat (Dr. Zerenner Erdkunde Gouv. Perm. 1852. pag. 220).

Preis. Größe, Reinheit, Farbe und Art des Schliffes bestimmen den Werth. Man rechnet nach Karat, deren 72 auf 1 Loth gehen. Roh kauft man das Karat für 48 fl., über ein Karat steigt der Werth nach der Quadratzahl. Brillanten kosten 1 Karat 216 bis 288 Franken, im Mittel $192 \cdot k^2$. Neuerlich hat der Vicekönig von Egypten einen von 49 Karat gekauft, derselbe sollte demnach $49^2 \cdot 192 = 460{,}992$ Fr. kosten, er wurde aber mit 760,000 Fr. bezahlt.

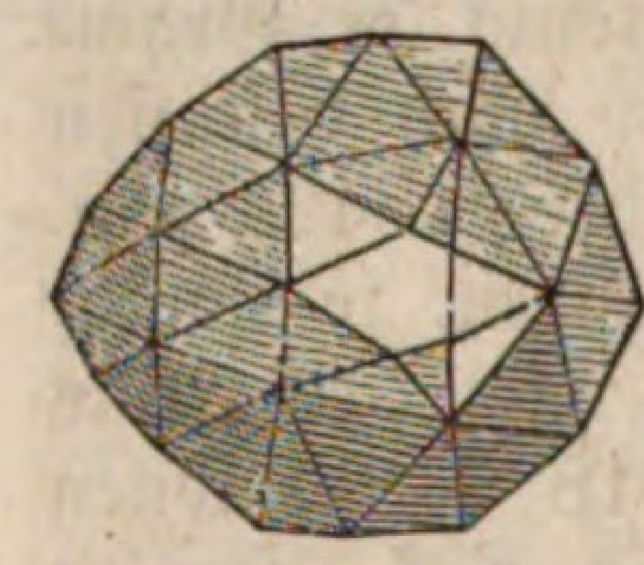
Größe. Steine von 12—20 Karat gehören schon zu den schönen, darüber bereits zu den Seltenheiten: so findet man im grünen Gewölbe von Dresden Diamanten von 38, 40 und 48 Karat. Ueber 100 Karat kennt man nur wenige. Der größte Brasilianische war lange einer von 120 Karat, es ist ein rohes ungeschliffenes Oktaeder, neuerlich wurde jedoch zu Bagayern in Minas Geraes einer von $247\frac{1}{2}$ k gefunden (Leonhardt's Jahrb. 1853. 697), er soll vom reinsten Wasser sein. Die Berühmtesten stammen alle aus Ostindien.

Die französische Krone besitzt den Regent von $136\frac{3}{4}$ Karat, den schönsten unter allen großen, namentlich auch wegen seines Brillantenschliffs. Der unter dem Namen Regent bekannte Herzog von Orleans kaufte ihn von einem Engl. Gouverneur Pitt für Ludwig XV um $2\frac{1}{2}$ Million Franken. Zur Revolutionszeit wurde er in Berlin beim Kaufmann Treskow versetzt, schmückte dann aber wieder den Degenknopf des Kaisers Napoleon I.



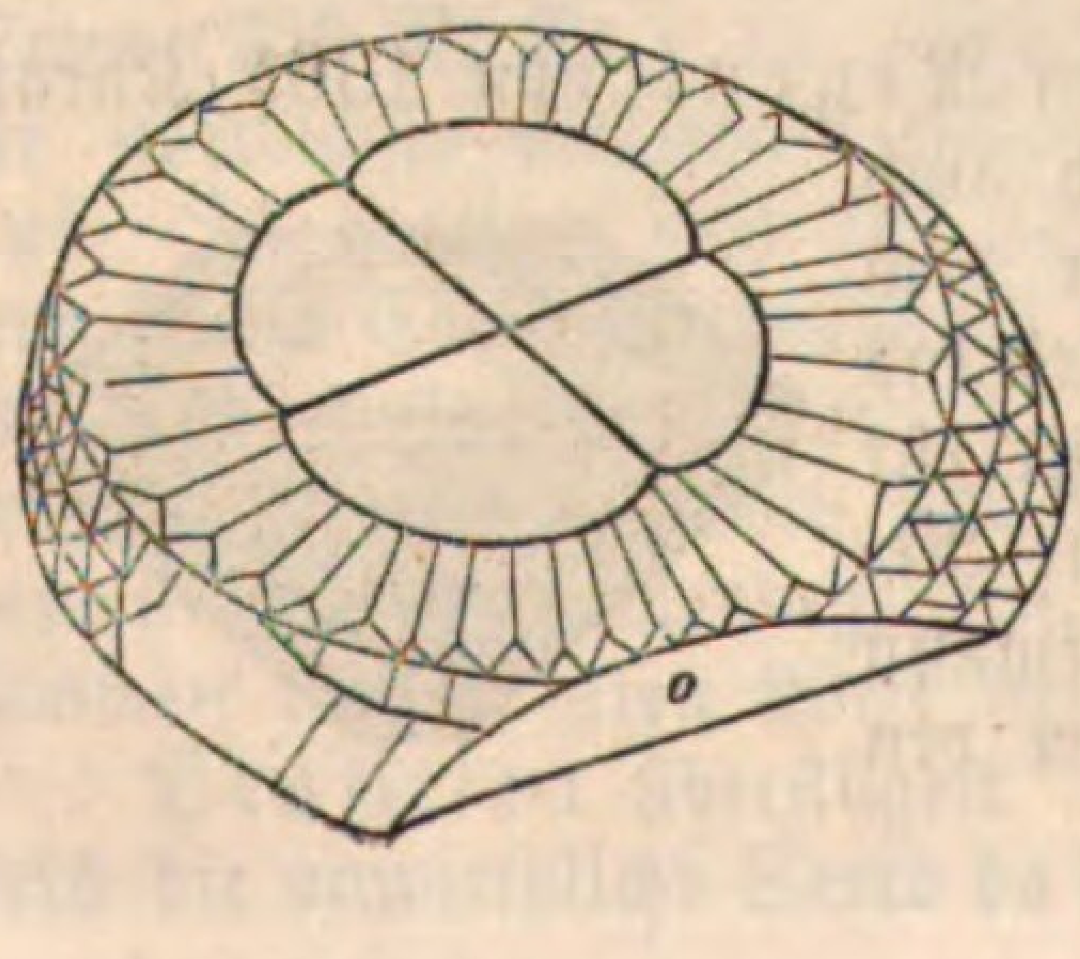
Der Oestreichische Schatz enthält einen gut geformten von 139½ Karat, derselbe fällt aber stark in das Zitronengelbe. Er soll von Karl dem Kühnen stammen, der in der Schlacht bei Nancy 1477 blieb. Ein Soldat fand ihn im Helme des Herzogs und soll ihn für 1 Kronenthaler an einen Geistlichen verkauft haben, bis er endlich für 20,000 Dukaten in die Hände Pabst Julius II kam.

Ein besonderes Interesse bietet der Sançy 53½ Karat, in der Rundung und Ausbildung einem Pyramidengranatoeder gleichend, vom reinsten Wasser.



Er soll wie der Oestreichische ebenfalls Karl dem Kühnen gehört haben, kam aber schon früh in die Hände eines französischen Grafen Nicolaus de Sançy, der 1589 sich in Werbungsangelegenheiten in Solothurn befand, zu einer Zeit, wo König Heinrich III von Frankreich Unterpfänder zu einer Anleihe bedurfte. Sançy schickte einen Boten mit dem Juwel nach Paris, derselbe wurde aber von Räubern im Juragebirge erschlagen. Da nun Sançy keine Antwort bekam, und von einem Ermordeten gehört hatte, so schöpfte er Verdacht: der Erschlagene war richtig sein treuer Diener, der aber zum Glück den Diamant verschluckt hatte, so daß er sich im Magen noch vorfand (?). Später war er unter den Edelsteinen Ludwigs XIV, verschwand jedoch bei der Revolution 1789, kam aber bei den Napoleoniden wieder zum Vorschein, und wurde von diesen 1830 für 500,000 Franken an den Kaiser von Rußland verkauft. Schriften Kais. Russ. Gesellsch. für Mineral. I. pag. LXIII.

Der Rajah von Mattan auf Borneo soll den größten besitzen, er wurde auf dieser Insel gefunden, eiförmig, von erstem Wasser, über 2 Unzen schwer, Blum sagt 363 Karat. Den größten Ruf genoß jedoch der Diamant des Groß-Moguls in Delhi, der als Koh-i-noor (Berg des Lichtes) auf der Londoner Industrieausstellung eine Rolle spielte. Nach dem Official Catalogue of the Great Exhibition III. 685 geht bei den Indern die Legende, daß ihn bereits vor 5000 Jahren der Held Karna in dem großen Kriege trug, welchen das Epos Maha-Bharata besingt. Jedenfalls erbeutete ihn der kühne Abenteurer Alaeddin 1306 vom Rajah von Malwa. Als 1665 Tavernier, Ecuyer Baron d'Aubonne (Six Voyages en Turquie, en Perse et aux Indes, Paris 1679. II. pag. 278), der 40 Jahre im Orient reiste, um Diamanten und Edelsteine zu kaufen, die Schätze des Groß-Moguls besichtigte, war das erste, was ihm seine goldflüssige Majestät höchsteigenhändig überreichte, der große Diamant von 280 Karat Gewicht, und von der Form eines in der Mitte durchschnittenen Eies.



Er soll aber früher 793⅝ Karat gewogen haben, ein ungeschickter venetianischer Steinschleifer verstümmelte und verkleinerte ihn. Zwar stimmt die Abbildung von Tavernier l. c. II. 372. Nr. 1 nicht ganz mit der unsrigen, wie er in London ausgestellt war, doch seine Länge 1″ 6½‴ ist die gleiche, die Höhe 7‴ geringer, und 1″ 2½‴ die Breite. Nadir Schach,

der Eroberer von Delhi 1739, kam in seinen Besitz und gab ihm den heutigen Namen. Später gieng er wieder in Besitz des Herrschers von Lahore, und als dieser Staat der englischen Companie einverleibt wurde, beschloß dieselbe, den Diamanten der Königin als Geschenk zu überreichen, was am 3. Juni 1850 geschah. Er wog damals noch 186 Karat. Nach der Ausstellung ist er abermals einem Schliff unterworfen. Seine Unterseite ist eben, und entspricht ohne Zweifel einem Blätterbruch, desgleichen die entstellende Fläche o, obgleich der Winkel beider untereinander am Modell etwas kleiner als $109\frac{1}{2}^{0}$ ist. Auffallender Weise hat der große Russische Diamant, welcher $194\frac{3}{4}$ Karat schwer die Spitze des russischen Scepters schmückt (G. Rose Reise Ural I. pag. 50), gleichfalls unten eine ebene Fläche. Dieser soll nach der Sage das Auge eines Indischen Götzen gebildet haben, ist 10‴ hoch und 1″ $3\frac{1}{2}$‴ lang, und fand sich mit einem andern großen im Thronsessel des Schach Nadir von Persien, fiel bei dessen Ermordung in die Hände eines Armenischen Kaufmanns, der ihn in Amsterdam feil bot, und 1772 an Kaiserin Katharina für 450,000 Silberrubel, 4000 Rubel jährliche Leibrente und einen Adelsbrief verkaufte! Dr. Beke (Athenaeum 1851. 718) erzählt uns, daß 1832 bei der Eroberung von Coocha in Khorassan durch Abbas Mirza ein Diamantstück von 132 Karat erbeutet wurde, was früher ein armer Bewohner in seiner Familie als Feuerstein benützt hatte. Dabei wird die Vermuthung geäußert, daß er vermöge seiner Form ein Stück vom Koh-i-noor sein könnte. Tennant (Athenaeum 1852. 1042) wurde dadurch zu der Ansicht geleitet, daß nicht blos dieser, sondern auch der Russische ein Stück des vielgenannten Groß-Moguls sein könnte, was er durch eine sorgfältige Nachahmung in Flußspath, der die gleichen Blätterbrüche als Diamant hat, zu beweisen suchte. Dann hätte dieser gewaltige Diamant die Form eines eiförmigen Granatoeders gehabt, etwa von einer Größe, wie sie Tavernier angibt. Wäre er schon so viele Jahrtausende in den Händen der Menschen gewesen, wie die Legende sagt, so würde das der beste Beweis seiner Außerordentlichkeit sein, da es bis jetzt, trotz des vielen Suchens, nicht gelungen ist, einen zweiten auch nur von annähernder Größe zu finden.

Verworrene krystallinische Massen von dunkeler Farbe kommen von La Chapada (Provinz Bahia) bis zu $\frac{1}{2}$ Kilogramm im Handel mit Namen Carbonate vor (Leonhardt's Jahrb. 1853. 597).

In Paris macht man gegenwärtig aus Straß die Diamanten täuschend nach, namentlich auch geschliffene Oktaeder, so daß man leicht irre geleitet wird. Man kann ihnen aber blos den Glanz und das Gewicht geben, die Härte nicht.

2. Korund.

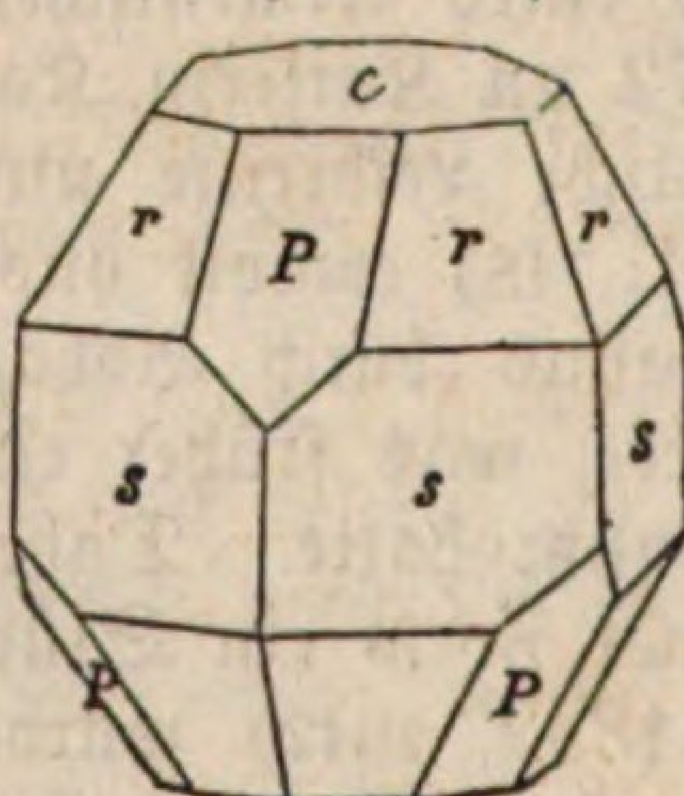
Graf Bournon Philos. Transact. 1802 vereinigte unter diesem Indischen Worte alle Minerale, die unter dem Namen Sapphir, Rubin, Demantspath, Smirgel ꝛc. zerstreut waren. Es sind darunter die werthvollsten Edelsteine begriffen, welche die Juweliere mit dem Beinamen „Orientalische" auszuzeichnen pflegen. Nach der Intensität ihrer Farben theilt man sie seit ältester Zeit in männliche und weibliche, jene dunkeler, diese lichter

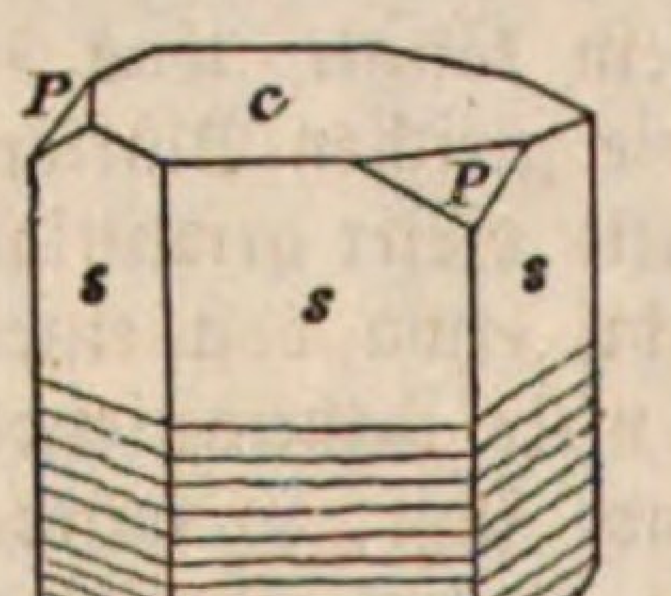
gefärbt. Hauy versuchte sogar für die edlen einen neuen Namen Télésie (vollkommener Körper) einzuführen.

Dreigliedriges Krystallsystem, mit stark diheraedrischer Ausbildung, ganz wie der mit ihm isomorphe Eisenglanz: deutlich blättriges Rhomboeder P 86° 6′ in den Endkanten, daher

$$a = 0,7344 = \sqrt{0,5393},\ lga = 9,86591.$$

Auffallender Weise sind von den drei Blätterbrüchen zwei meist deutlicher, als der dritte, oft kann man den dritten kaum finden, was schon Hauy wußte. Die Stücke sehen dann Feldspathartig aus, haben aber auf den beiden deutlichern Brüchen eine Streifung, so daß sie einem Complex von kleinen rhombischen Säulen gleichen. Bei manchen kann man sich entschieden überzeugen, daß die Streifung mit Zwillingsbildung zusammenhängt. Die edlen sollen den Blätterbruch nicht haben. Dagegen zeigen sämmtliche nach der Gradendfläche $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$ gern eine blättrige Absonderung ebenfalls mit Streifung, aber auch hier sucht man die dem dritten rhomboedrischen Blätterbruch entsprechende häufig vergebens. Sehr schöne dreigliedrige Oktaeder kommen beim Rubin vor, die man nicht mit Spinell verwechseln darf. Immer nur die 2te sechsseitige Säule $s = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$, sie kommt sehr schön mit Gradendfläche vor, woran das Rhomboeder die abwechselnden Ecken abstumpft, wird aber leicht stark bauchig. Sehr schön durch Zonen bestimmbar ist das Diheraeder $r = c : \frac{3}{2}a : \frac{3}{4}a : \frac{3}{2}a$ (128° 3′ in den Endkanten), welches in der Diagonalzone des Rhomboeders liegt und zugleich die Endkante der 2ten Säule abstumpft. Die Rubine von Ceylon leicht daran zu erkennen. Wenn das Diheraeder sich ausdehnt, so stumpft daran das Rhomboeder die abwechselnden Kanten ab. Auch Diheraeder $c : \frac{3}{4}a : \frac{3}{8}a : \frac{3}{4}a$ und $c : \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{2}a$ kommen vor.





Zwillinge. Beim grünlichen Korund von China kommen Stücke vor, die nach einer Flächenrichtung c deutliche Blättchen bilden, welche quer dagegen gespalten aus lauter lichten und dunkeln Streifen bestehen. Offenbar Zwillinge, doch kann ich die Stücke nicht so gegen das Licht drehen, daß die dunkeln Streifen licht, und die lichten dunkel werden.

Härte 9, also nur vom Diamante übertroffen, und von keinem andern erreicht. Darauf beruht die Anwendung der schlechtern Sorten als Schleifmaterial. Gewicht 4 (blaue 3,98, rothe 3,91, weiße 3,98). Allerlei Farben und allerlei Grade von Durchscheinenheit, wovon ihr Werth abhängt. Strahlenbrechung 1,77, also stärker als bei Glas, daher auch wohl zu mikroskopischen Linsen vorgeschlagen, allein dann muß die Are der Linse genau mit der optischen Are zusammenfallen, weil sie nach andern Richtungen doppeltbrechend wirken würde. Die Farbe hat etwas Einfluß auf die Strahlenbrechung.

$\dddot{Al}$ = 53,3 Al und 46,7 Ox. Die ältern Analysen gaben etwas Kieselerde an, allein H. Rose hat gezeigt, daß er mit $\dot{K}\,\dddot{S}^2$ zu einer im

Wasser vollkommen löslichen Masse schmilzt, was bei Gegenwart von Kieselerde nicht der Fall sein könnte. Man muß ihn aber zu dem Ende in eisernen Mörsern stoßen, denn in Achatschalen reibt er Kieselerde ab, auch ist das angewandte Kalihydrat leicht kieselerdehaltig. Das feine Pulver wird mit Kobaldsolution blau. Da Äl in Kalilauge sich löst, und das mit ihr isomorphe F̈e nicht, so kann man beide dadurch leicht trennen. Brewster fand zuweilen Flüssigkeiten darin.

Vorkommen. Die gemeinen findet man vorzugsweise in Talk- und Hornblendgesteinen, die edlen in Vulkangesteinen, durch deren Verwitterung sie erst in das Schuttland kommen. So daß sie wohl ausschließlich Feuerprodukte sind. Diese Ansicht wird durch die Bereitung auf künstlichem Wege sehr gestützt. Gaudin (Compt. rend. 1837. 999) bereitete sich aus Ammoniakalaun zunächst ein weißes Pulver von reiner Thonerde, schmolz es in einem Kienrußtiegel im Knallgebläse mit 2—3 p. C. saurem chromsaurem Kali: es floß anfangs zu grüner Masse, dann zu rubinrothen Kügelchen, die blättrigen Bruch zeigten und Topas ritzten. Wegen der Schnelligkeit der Krystallisation verloren sie aber alle Durchsichtigkeit.

Glücklicher war daher das Verfahren von Ebelmen (Compt. rend. 1851. XXXII. 330): derselbe mischte Thonerde mit Borax, und um der Masse mehr Festigkeit zu geben, setzte er Kieselerde oder Kohlensauren Baryt zu. Das Ganze wurde mehrere Monate lang der Hitze des Porcellan- oder Steingutofens ausgesetzt, und es erzeugten sich nun meßbare Krystalle, von großer Klarheit und schöner Edelsteinfarbe, roth, blau 2c.!

Rubin, karmesinroth, aber gern mit weißen Flecken, die man jedoch durch vorsichtiges Glühen nehmen kann. Wirkt stark auf das Dichroskop pag. 110. Vor dem Löthrohr zeigt er eine höchst merkwürdige Farbenwandlung, die besonders bei klaren Stücken sehr auffällt: macht man nämlich kleine Krystalle glühend, was man dreist thun kann, da sie nicht zerspringen, so werden beim Erkalten dieselben farblos, dann grün, und zuletzt wieder schön roth. Der Spinell zeigt die grüne Farbe nicht. Unstreitig der werthvollste aller Edelsteine, und ohne Zweifel von Theophrast unter Anthrax inbegriffen, der vollkommen unverbrennbar gegen die Sonne gehalten einer glühenden Kohle gleiche, bei Plinius Indischer Carbunculus. Die dunkelfarbigen (männlichen) theurer als Diamanten, wenn sie vollkommen rein sind. Auf der Auktion des Marquis de Drée in Paris wurde einer von $2\frac{1}{2}$ Karat für 14,000 Franken verkauft! Pegu in Hinterindien das Land der Rubine. Die Bewohner glauben, er reife in der Erde: anfangs sei er farblos und unreif, werde dann gelb, grün, blau und zuletzt roth, als dem höchsten Punkt der Reife. Die kleinen von Ceylon sind blos rosenroth (weiblich), man bekommt diese leicht in größern Mengen aus alten Sammlungen, weil sie früher officinel waren. Viele darunter sind so deutlich krystallisirt, daß man sie leicht von den mitvorkommenden Spinellen unterscheiden kann. Alle liegen im Schuttlande. Rubinglas findet man schon in Celtengräbern, und Gläser lassen sich mit Goldpurpur ganz so färben.

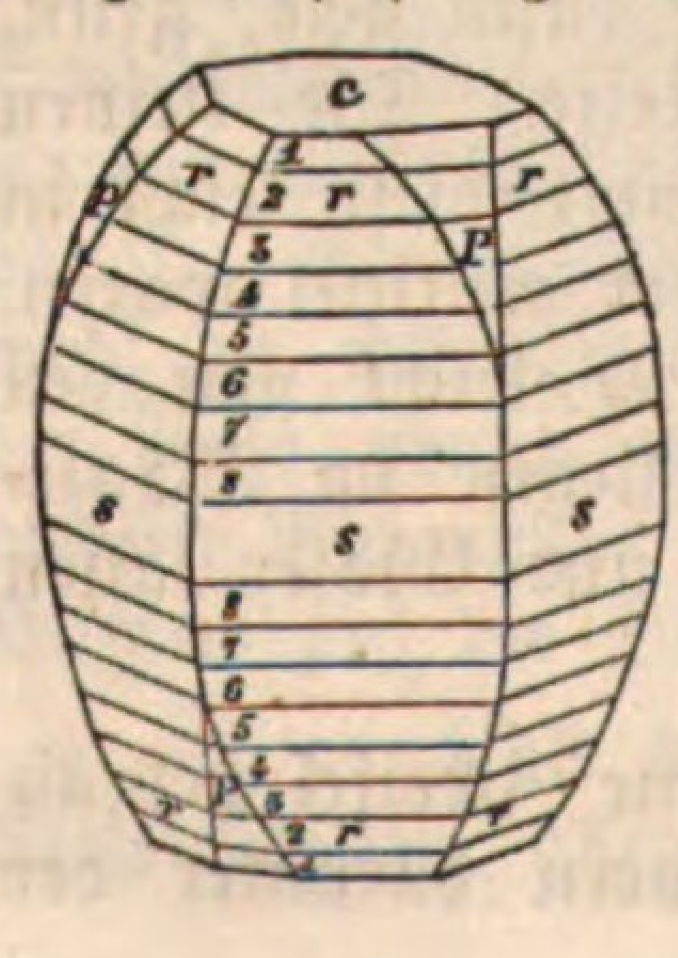
Sapphir 2 B. Mosis 24, 10. Das Wort ohne Zweifel hebräischen Ursprungs, doch wurde von Griechen und Römern darunter der

Lasurstein begriffen. Unsern nennt Plinius 37. 38 wegen seiner Farbe von Kornblumen Cyanos, und unterscheidet schon mares und feminas. Seine Farbe kann ihm leicht durch Feuer entzogen werden, und dann steht er im Glanz den geschliffenen Diamanten am nächsten. Die blaue Farbe kommt wahrscheinlich von einem kleinen Eisengehalt, den schon Klaproth auf 1 p. C. $\dot{F}e$ angab. Wir machen gegenwärtig die Farbe mit Kobalt täuschend nach. Die Alten wußten das aber nicht, und doch ist das dunkelblaue Glas der antiken Vase im brittischen Museum mit seinen blendendweißen Basreliefs von unübertrefflicher Schönheit weltbekannt, auch sagt Plinius ausdrücklich adulteratur maxime tinctura, und schreibt diese Kunst des Nachmachens einem Egyptischen König zu.

Sternsapphir (Katzensapphir) zeigt symmetrisch über die Axe c rundgeschliffen einen sechsstrahligen Lichtstern, der nach Versuchen von Babinet offenbar mit einer dreifachen Streifung der Gradendfläche im Zusammenhang stehen muß. Es kommen auch Rhomboeder vor, deren Endkanten leuchten. Mit einfachem Lichtschein auf der Gradendfläche sind häufig, deutliche Sterne aber sehr selten. Doch scheint schon Plinius hist. nat. 37. 48 ihn unter Astrios zu begreifen, denn die Worte in India nascens intus a centro ceu stella lucet passen vortrefflich auf ihn und Hausmann sucht es wahrscheinlich zu machen, daß der Meou-pho-lo-kiu-la-pho der Buddisten, welcher sich in den Topen der Indo-Baktrischen Königsstraße findet, nicht Katzenauge, sondern Sternsapphir sei.

Der Sapphir spielt leicht in andere Farben über. Zuweilen kommen auch andere intensive Farben vor: so unterscheidet man orientalischen Amethyst, or. Topas, or. Hyacinth; der seltenste aller Steine, besonders mit gesättigter Farbe, ist der orientalische Smaragd 3,95 Gewicht.

Unter den trübfarbigen zeichnen sich besonders die rothen und blauen aus dem Dolomit von Campo longo südlich vom St. Gotthardt aus, sind gut krystallisirt, und nicht selten findet man an einem Krystall beide Farben. Eine Seltenheit ist der blaue Sapphir aus der Mühlsteinlava von Niedermendig, Glanz und Härte unterscheidet ihn leicht vom dortigen Hauyn. Bläuliche fast zum Verschleifen taugliche Säulen von 2—3 Zoll Größe kommen im Ural an verschiedenen Punkten besonders in den Umgebungen des Ilmensees bei Miask vor. Blöcke von einem dichten bis feinkörnigen Gestein, das weiß und feldspathartig aussieht, aber mit Säure gelatinirt und eine Scapolithartige Zusammensetzung hat, liegen in den Goldsaifen von Barsowskoi bei Kyschtimsk südlich Katharinenburg. G. Rose (Reise Ural II. 150) nannte sie Barsowit. Darin sind lange sechsseitige Säulen von Korund in großer Menge eingesprengt.



Besonders berühmt seit Greville (Philos. Transact. 1798) sind die schönen einfachen Krystalle aus Ostindien und China. Werner begriff diese vorzugsweise unter dem einheimischen Namen

Korund. Es sind sehr scharf ausgebildete sechsseitige Säulen mit Gradendfläche, woran der Blätterbruch die Ecken abstumpft. Röthliche und blauliche Farben bei den Ostindischen von Carnatik und Mysore, grünliche mit der bekannten Streifung von Kanton. Letztere liegen in einem Syenit mit schwarzer Horn-

blende und sind sehr blättrig. Oft werden die Säulen auch bauchig, was sich theilweis durch über einander liegende Diheraeder erklärt. Phillips bildet nicht weniger als 8 solche an einem Krystalle ab. Die über einander gelagerten Blätter der Gradendflächen stehen nach Mohs öfter in abwechselnder Zwillingsstellung.

Demantspath hieß Werner die haarbraunen Varietäten von China, die sich besonders auf der Gradendfläche durch Streifen nach 2 bis 3 Richtungen auszeichnen.

Smirgel (σμύρις) heißt das feinkörnige bis dichte Vorkommen, was zu Pulver gestoßen seit uralter Zeit als Schleifmittel dient. Das hebräische Wort Schamir Jerem. 18, 1 (Judas Sünde sei in seines Herzenstafeln mit einer Schamirspitze eingegraben) scheint schon auf diesen Stein zu deuten. Gewöhnlich verunreinigt durch Magneteisen ꝛc. Die Insel Naros war besonders berühmt, der Pflug fördert ihn dort zu Tage, und noch heute führt man die Blöcke als Ballast ein (Geminis scalpendis atque limandis Naxium diu placuit ante alia, Plinius hist. nat. 36. 10). Am Ochsenkopf bei Schwarzenberg im Erzgebirge findet er sich in einen harten Talkschiefer eingesprengt; den sehr durch Eisenglanz verunreinigten von der Insel Guernesey, in Paris zur Spiegelfabrikation benützt, kann man noch kaum für Korund erkennen, wie es überhaupt mit vielen Smirgelsorten im Handel der Fall ist. Der beste Smirgel wird aus dem Korund gemacht, doch ist auch dieser durch Verwitterung öfter weicher geworden, wie die schmutzig grünlich grauen oft faustgroßen Krystalle in einem verwitterten Feldspathgestein von Biella in Piemont. Dieselben zeigen nicht die Spur von Structur mehr, sind also ganz im Afterbildungsprozeß begriffene Korunde.

Anhangsweise erwähnen wir hier auch der Hydrate von Thonerde:

a) Diaspor Hauy, Äl Ḧ, isomorph mit Brauneisenstein. Von διασπείρω zerstreuen, weil das Hauy'sche grünlich graue Exemplar unbekannten Fundortes vor dem Löthrohr in feine Stücke zersprang, die flimmernd in der Luft herum flogen. Dieses Stück des Pariser Museums war lange das einzige, bis sich gelblich blättrige Massen 1830 bei Katharinenburg in kleinen Gängen eines smirgelhaltigen Chloritschiefers fanden. Davon sehr verschieden scheinen zwar die klaren grünlich weißen Krystalle vom Kronprinz Ferdinand Erbstollen bei Schemnitz zu sein, die im polarisirten Lichte Trichroismus zeigen (Pogg. Ann. 61, 311), allein auch hier stimmt die Analyse.

Hauy beschreibt sie als eine geschobene Säule p/p von 130°, deren scharfe Kante durch den deutlich blättrigen Bruch M gerade abgestumpft wird. Letzterer ist gern krummschalig, und gibt der Masse große Aehnlichkeit mit breitschaligem Cyanit. Damit stimmt der Schemnitzer Winkel 129° 54′ (Haidinger) sehr gut, obgleich die Krystalle auffallend sphärisch gekrümmt sind. Ueber Säule p/p liegt ein Oktaeder n = a : b : c, vorn in der Kante a : c 151° 54. Eine Zuschärfung der scharfen Säulenkante s = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c macht über dem Blätterbruch M 109° 6′, und darüber krümmt sich ein zweites Oktaeder o. Darnach würde das System 2gliedrig sein.



Härte 5—6, Gew. 3,4. Die Russischen durch Brauneisenocker braun gefärbt, derselbe läßt sich aber mit Säuren wegnehmen.

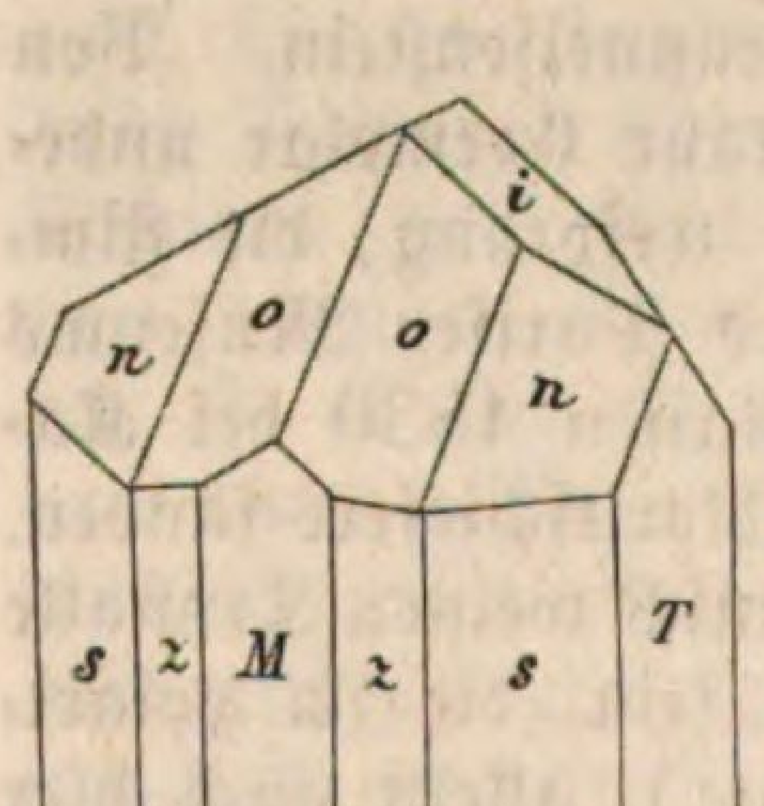
Vor dem Löthrohr anfangs zersplitternd, dann aber widersteht er, und schmilzt kaum an den feinsten Spitzen, die sich mit Kobaldsolution blau färben. Im Mittel 86 Äl und 15 Ḣ. Die Schemnitzer theilweis ganz klar liegen in einer weißen Steinmarkartigen Gebirgsart, die man Dillnit nach dem Fundorte Dilln genannt hat (Pogg. Ann. 78. 577).

b) Hydrargillit G. Rose Reise Ural II. 122, im Talkschiefer mit Magneteisen und Chlorospinell bei Slatoust am Ural. Äl $Ḣ^3$, 65,5 Äl und 34,5 Ḣ. Diheraedrische reguläre sechsseitige Säulen, mit blättriger perlmutterglänzender Gradendfläche. Ein Diheraeder stumpft die Endkanten der Säule ab. Die Krystalle aber nur 1—2 Linien groß. Röthlich weiß, in dünnen Blättchen durchsichtig. Härte 2—3, Gew. 2,35. Der Gibbsit Emmons aus einer verlassenen Brauneisensteingrube von Richmond kommt in 3 Zoll langen Stalaktitischen Massen vor. Edinburgh phil. Journ. 1822. VII, 388. Er enthält nach Torrey's ausdrücklicher Untersuchung keine Phosphorsäure, sondern 34,7 Ḣ. Der Name von *ὕδωρ* Wasser und *ἄργιλλος* Thon ist indessen bezeichnender. Freilich wurde er schon von Davy (Phil. Transact. 1805. 162) für Wavellit vorgeschlagen.

3. Chrysoberyll Wr.

Der Name kommt zwar schon bei Plinius hist. nat. 37, 20 vor, allein das war nicht der unsrige. Hauy nannte ihn nach seinem innern Lichtschein Cymophane (*κῦμα* Welle). Die ältern hielten ihn für Chrysolith, aber es ist der dritthärteste Stein.

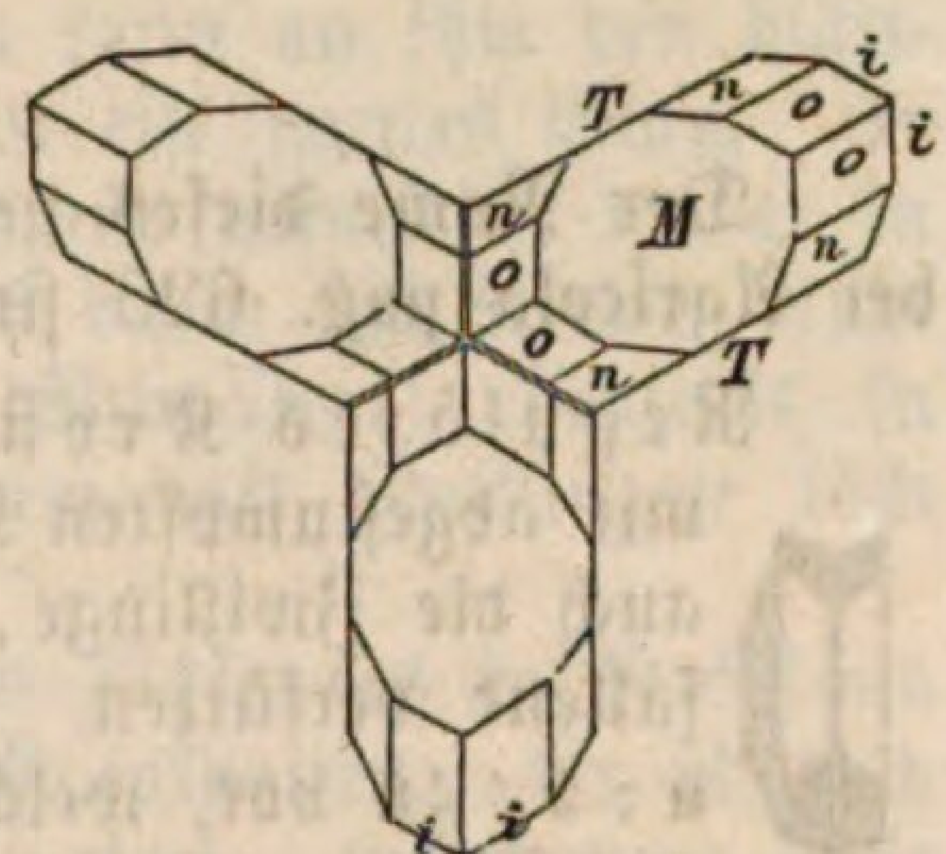
2gliedriges Krystallsystem. Geschobene Säule z = a : b : ∞c 129° 38′, der scharfe und stumpfe Säulenwinkel gerade abgestumpft, besonders wird die Fläche der stumpfen Säulenkante M = a : ∞b : ∞c stark längsgestreift, weil eine ganze Reihe von Säulenflächen auftreten, T = b : ∞a : ∞c nur sehr wenig blättrig. Sehr bestimmt ist das Paar i = b : c : ∞a 119° 46′ in der Axe c bildend. Legt man die Säulenwinkel z und i zu Grunde, so ist



$$a : b = \sqrt{0,6571} : \sqrt{2,972},$$
$$la = 9,90881,\ lb = 0,23652.$$

Zwei Oktaeder o = a : b : c und n = a : ½b : c kommen besonders bei den Sibirischen gewöhnlich vor, zu letzterm bildet s = a : ½b : ∞c die zugehörige Säule. Schon Hauy erwähnt einer Fläche f = a : b : ½c, auch kommt ein vorderes Paar a : c : ∞b vor, so daß zum Oktaeder alle drei Paare vorhanden sind.

Drillinge fanden sich in den Smaragdgruben an der Takowaja von ausgezeichneter Schönheit. Dieselben haben i = b : c : ∞a gemein und liegen umgekehrt. Wäre der Winkel i/i genau 120°, wie Hauy annahm, so würde beim Durchwachsen durch die Oktaederflächen oo o ein vollkommenes Diheraeder von 86° 16′ in den Seiten- und 139° 53′ in den Endkanten entstehen. Die kleine Differenz von 22′ macht aber, daß



zwei anstoßende Flächen o/o′ nicht genau einspiegeln, sondern einen Winkel 179° 31′ bilden, ebenso knickt sich die Seitenkante des Diheraeders um 179° 18′ heraus, was aber das Auge bei der Rauhigkeit der Flächen nicht wahrnehmen soll (G. Rose Reise Ural II. 379). Die optischen Axen liegen in T = b : ∞a : ∞c, und machen mit der Hauptaxe c einen Winkel von 14°. Ueber den Trichroismus siehe Pogg. Ann. 77. 228).

Härte 8—9, folgt auf Korund, Gew. 3,7. Strahlenbrechung 1,76.

$\dot{B}e\,\ddot{A}l^3$ mit 78 $\ddot{A}l$, 18 $\dot{B}e$, 4,5 $\dot{F}e$. Ebenfalls gänzliche Abwesenheit von Kieselerde. $\dot{B}e$ scheint nach H. Rose (Pogg. Ann. 1848. Bd. 74, 433) mit $\ddot{A}l$ isomorph zu sein, denn setzt man Kohlensaure Beryllerde dem Feuer des Porzellanofens aus, so bildet sich eine zerdrückbare Masse, die unter dem Mikroskop aus kleinen regulären sechsseitigen Säulen besteht, und Ebelmen (Compt. rend. 1851. XIX. 712 und XX. 526) hat sie sogar in Diheraedern mit Säule und Gradendfläche dargestellt, indem er Kieselsaure Beryllerde längere Zeit mit kohlensaurem Kali schmolz. Die Seitenkanten der Diheraeder maßen 122° 44′ (beim Korund 122° 22′). Schmilzt man dagegen Thonerde und Beryllerde mit Borsäure, so kommt zweigliedriger Chrysoberyll sowohl einfach als in Zwillingen. Darnach wären also die Erden isomorph und dimorph. Da die Beryllerde mit Pulver von Kohlensaurem Baryt in der Kälte nicht gefällt wird, so wollte man sie eine Zeit lang für eine einatomige Basis ($\dot{B}e$) ansehen. Sie löst sich in kalter concentrirter Kalilauge, wie die Thonerde, scheidet sich aber in verdünnter durch Kochen aus, wodurch man sie von der $\ddot{A}l$ trennt.

a) Spargelgrüner (bis Olivengrüner) als Geschiebe von Ceylon und Brasilien längst bekannt. Viele darunter zeigen ein bläuliches, wogendes Licht, besonders wenn man von der Axe b nach c hinauf sieht. Brewster fand auf $\frac{1}{7}$ Quadratzoll 30,000 feine Höhlungen, die wohl die Ursache sein könnten. Später fand er sich zu Haddam in Connecticut im Urgebirge eingesprengt, und sehr schön auch zu Marschendorf in Mähren mit Faserkiesel und Granat in einem Gneusartigen Granit.

b) Grasgrüner (bis Smaragdgrüner), am Tage der Volljährigkeit des russischen Thronfolgers in den Smaragdgruben an der Takowaja 180 Werste östlich Katharinenburg gefunden, und da er auch die beiden militärischen Hauptfarben des russischen Reichs roth und grün zeigt, Alexandrit genannt. Stets in Drillingen bis zu $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Durchscheinend, aber wegen der vielen Sprünge nicht zum Schleifen geeignet. Einem geringen Gehalt von 0,36 $\dddot{C}r$ verdankt er seine grüne am Tage sehr gefällige Farbe, beim Lichte Abends sieht er dagegen dunkelroth wie Pyrop aus, besonders wenn man parallel der Axe a durchsieht. Das Mineral läßt nämlich nur rothe und grüne Lichtstrahlen durch, die senkrecht auf einander polarisirt sind. Im Tageslicht mischen sich die Farben, und das Grün bleibt überwiegend. Gegen die Flamme oder die untergehende Sonne gehalten, worin die rothen Strahlen vorherrschen, überwiegt dagegen das Roth.

4. Spinell.

Der Name dieses geschätzten Edelsteins stammt aus dem Mittelalter, bei Agricola pag. 625 finden wir ihn bereits.



Reguläres Krystallsystem wie Magneteisen. Kleine Oktaeder mit abgestumpften Kanten herrschen bei den edlen, namentlich häufig auch die Zwillinge, welche sich nach einer trigonalen Axe oft auffallend verkürzen. Beim schwarzen Ceylanit kommt das Leucitoid $a : a : \frac{1}{3}a$ vor, welches die Oktaederecken vierflächig zuschärft, Fläche auf Fläche aufgesetzt.

Härte 8, Gewicht 3,5, Strahlenbrechung 1,8. In der Farbe und der Edelkeit findet eine solche Mannigfaltigkeit Statt, daß man die Sache nur nach ihren Varietäten festhalten kann.

Chemisch steht auf einem Pol die edle $\dot{Mg}\,\ddot{Al}$, auf dem andern das unedle Magneteisen $\dot{Fe}\,\ddot{\bar{Fe}}$. Trotz dieses namentlich auch durch die Zwillinge begründeten Isomorphismus müssen wir letzteres doch bei den oxydischen Eisenerzen abhandeln. Die chemische Formel in ihrer ganzen Allgemeinheit wäre

$$(\dot{Mg}, \dot{Fe}, \dot{Mn}, \dot{Zn}, \dot{Cu})\ (\ddot{Al}, \ddot{\bar{Fe}}, \ddot{\bar{Mn}}, \ddot{\bar{Cr}})$$

a) Edler Spinell, $\dot{Mg}\,\ddot{Al}$, Vauquelin gab 5,2 $\ddot{Cr}$ an, und Abich hat wenigstens 1,1 $\ddot{\bar{Cr}}$ nachgewiesen, woraus die rothe Farbe erklärt werden könnte. Die Kieselerde soll auch hier nach H. Rose durchaus fehlen. Die ältern Analysen sind sehr ungenau, weil das Mineral den Reagentien starken Widerstand leistet. Klaproth mußte es durch zweimaliges Glühen mit der 10fachen Menge von kaustischem und kohlensaurem Kali aufschließen, Professor Abich wandte zuerst kohlensauren Baryt mit Glück dazu an, und fand 69 $\ddot{Al}$ und 26 $\dot{Mg}$. Die rothen Krystalle erhitzt werden zwar farblos, aber nicht grün, wie der Rubin, erkaltet nehmen sie ihre Farbe wieder an, bekommen jedoch leicht Risse.

Farblose Oktaeder können leicht mit Diamanten verwechselt werden, haben aber nicht den starken Glanz, wohl aber das Gewicht 3,52.

Rubin-Spinell steht in Farbe dem Rubin nahe, kann zwar ganz dunkel werden, aber das Feuer erreicht er nicht, abgesehen von der geringern Härte.

Balas-Rubin (rubis balais) ist blaß roth, hat gern einen Stich ins Blau, was namentlich an den Kanten der Oktaeder hervortritt. Schon Marco Polo sammelte auf seiner Reise zum Großchan am Ende des 13ten Jahrhunderts in der Provinz Balascia am obern Oxus, wo sie in der Erde gesucht wurden. Freilich mögen dabei auch Rubine gewesen sein.

Almandin-Spinell einen starken Stich ins Violette, aber blaß.

Rubicell hyacinthroth, verläuft sich nicht selten ganz ins Strohgelbe.

Man bekommt besonders die rothen sehr leicht, da sie früher officinel waren. Sie sollen meist aus dem Sande von Ceylon stammen, der mitvorkommende Rubin kann oft kaum von ihnen unterschieden werden. Die Oktaeder von allen Graden der Durchscheinenheit haben meist nur 1—3‴ Größe.

b) Blauer Spinell, nur halbedel, man kann an ihm den blättrigen Bruch des Oktaeders gut erkennen. Es ist ein mattes Blau. Er wurde zuerst bei Åkers Eisenwerk in Södermannland gefunden, wo er in Kalkspath eingesprengt vorkommt. Berzelius gab darin 5,5 $\ddot{S}i$ an. Nicht minder schön findet er sich in Susser-Connty (New-York) ebenfalls in Kalkspath eingesprengt. Seine oktaedrische Form mit Zwillingen läßt keinen Zweifel über. Dagegen ist Giesecke's

Sapphirin aus dem Glimmerschiefer von Fiskenaes in Grönland unsicherer, denn er soll nach Stromeyer 14,5 $\ddot{S}i$ enthalten. Er ist auch mehr strahlig, was nicht für reguläres System spricht. Hausmann stellt ihn aber hier hin. 3 $\dot{M}g \ddot{\bar{A}}l + \ddot{\bar{A}}l \ddot{S}i$.

c) Schwarzer Spinell ($\dot{M}g$, $\dot{F}e$) $\ddot{\bar{A}}l$ (Ceylanit Wr., Pleonast Hy.). Der Gehalt an Eisenoxydul steigt zuweilen auf 20 p. C. Im reflektirten Licht sammtschwarz, Splitter zeigen aber oft einen Stich ins Grün. Das Gewicht steigt auf 3,8, und die Härte nimmt ein wenig ab. Zuerst lernte man mehr als Zollgroße Krystalle mit löcheriger Oberfläche aus dem Sande von Candy auf Ceylon (daher Candit) kennen. Bei uns sind die Fassathaler vom Monzoniberg am bekanntesten, wo sie auf Drusenräumen und eingesprengt in grünem Augit vorkommen. Die Oktaeder haben meist die Flächen a : a : $\frac{1}{3}$a. Es kommen hier Afterkrystalle von einer grauen Meerschaumartigen Masse vor, die 2 Zoll, während die frischen meist nur wenige Linien Durchmesser erreichen.

Das Fassagestein hat außerordentliche Aehnlichkeit mit den mehr glasigen Augitblöcken von der Somma am Vesuv, worin die ganz gleichen schwarzen Oktaeder sitzen. Klein kommen sie in den glasigen Feldspathblöcken am Laacher See vor. Als Geschiebe auf der Iserwiese im Riesengebirge. Ceylanitoktaeder von Amity in New-York erreichen 3½ Zoll Durchmesser.

Chlorospinell G. Rose sind grasgrüne an den Kanten durchscheinende Oktaeder aus dem Talkschiefer mit Magneteisen von Slatoust im Ural. Härte 8, $\dot{M}g$ ($\ddot{\bar{A}}l$, $\ddot{\bar{F}}e$), kann bis 14,7 $\ddot{\bar{F}}e$ enthalten, welches die $\ddot{\bar{A}}l$ vertritt, unwesentlich ein kleiner Gehalt an Kupferoxyd bis 0,62 $\dot{C}u$. Grüne Spinelle kommen in Mähren 2c. vor.

d) Zinkspinell ($\dot{Z}n$, $\dot{F}e$, $\dot{M}g$) $\ddot{\bar{A}}l$ mit 30 $\dot{Z}n$, 5,8 $\dot{F}e$, 3,8 $\dot{M}g$, 55 $\ddot{\bar{A}}l$. Ekeberg entdeckte ihn auf der Eric Matts-Grube bei Fahlun, wo er in grünen Talkschiefer neben Blende und Bleiglanz eingesprengt ist, und nannte ihn Automolit (*αὐτόμολος* Ueberläufer), weil er zu den oxydischen Erzen führt, Gahnit Hausmann. Die grünlich schwarzen Oktaeder zeigen einen gut erkennbaren Blätterbruch, sind der Härte nach (7—8) noch vollkommene Spinelle, das Gewicht geht bis auf 4,6. Sein Pulver mit Soda auf Kohle behandelt gibt einen Zinkrauch.

In Nordamerika sind zu Haddam, Franklin 2c. ähnliche gefunden. Den grünlich schwarzen von Sterling (New-Jersey) mit gelblich braunem Granat und Hornblende im Kalkspath hat Thomson Dysluit (*δυσλύω* schwerlösen) genannt. Er enthält 16,8 $\dot{Z}n$ nebst Mangan und Eisen, also ($\dot{Z}n$, $\dot{F}e$, $\dot{M}n$) ($\ddot{\bar{A}}l$, $\ddot{\bar{F}}e$, $\ddot{\bar{M}}n$). Kobell's grünlich schwarzer

Kreittonit von Bodenmais ist ($\dot{Z}n$, $\dot{F}e$, $\dot{M}n$, $\dot{M}g$) ($\ddot{\bar{A}}l$, $\ddot{\bar{F}}e$) mit 26,7 $\dot{Z}n$. Da wird es wohl nicht möglich, eine feste Gränze zu ziehen. Man darf das nur als Lokalnamen betrachten.

Zippe's grünlich schwarzer Hercinit von Hoslau ohnweit Ronsberg im Böhmerwald soll Fe Äl sein. Blöcke von Trapp in der Dammerde enthalten ihn wie Smirgel eingesprengt, als solcher wird er auch verkauft. Alle diese Oktaedrischen Minerale haben eine Edelsteinhärte, die über Quarz liegt, während das Magneteisen weit darunter bleibt.

In neuern Zeiten hat Ebelmen den Weg gezeigt, wie man diese Varietäten künstlich noch bis ins Endlose vermehren könne (Compt. rend. 1851. XXXII. 330): derselbe setzte Äl und Ṁg mit Borsäure mehrere Tage in Platinkapseln dem Porzellanfeuer aus, und erhielt deutliche Spinelle. Den Zinkspinell Żn Äl konnte er auf diese Weise ganz rein, farblos und durchscheinend darstellen und durch etwas Ër schön rubinroth machen. „Kein Zweifel über die Möglichkeit, den Rubinspinell für den Handel zu fabriciren."

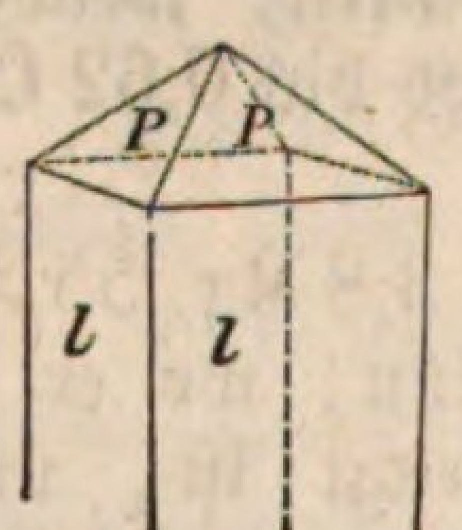
Die Leichtigkeit, mit welcher dieser Edelstein zu einer meerschaumartigen Masse verwittert, fällt auf: Herrmann's Völknerit von Slatoust, Shepard's Houghite mit 24 Äl, 44 Ṁg, 26 Ḣ sollen solche Afterkrystalle sein, Silliman Amer. Journ. 12. 361.

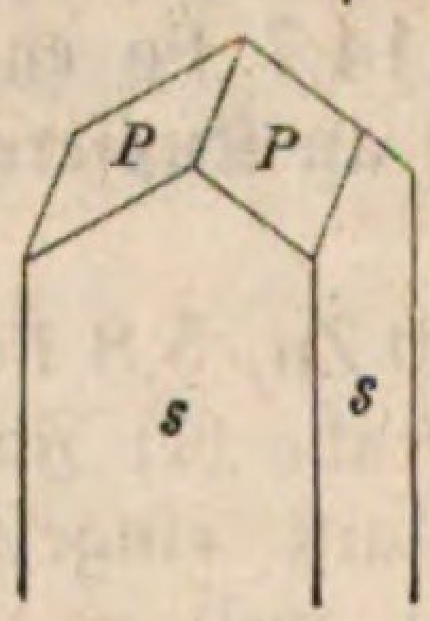
5. Zirkon.

Verstümmelt aus dem französischen Jargon (ein falscher Edelstein), weil sie sich leicht farblos brennen, und dann Diamanten fälschlich untergeschoben werden. Werner machte zwei Species Zirkon und Hyacinth daraus. Hyacinthos Plinius hist. nat. 37. 41 war jedoch ein amethystfarbiger Stein.

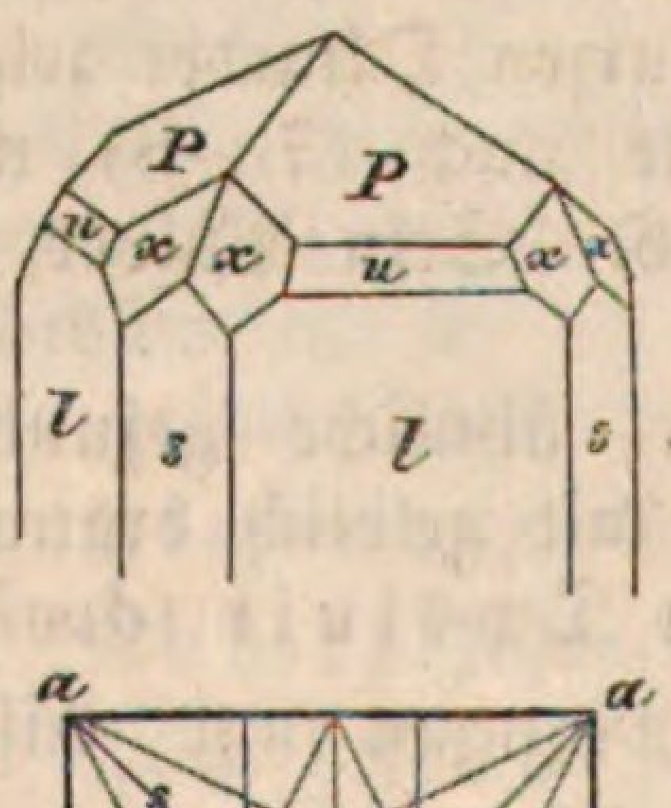
4gliedriges Krystallsystem. Das Quadratoktaeder P = a : a : c hat 123° 19′ Endkanten- und 84° 20′ Seitenkantenwinkel, gibt

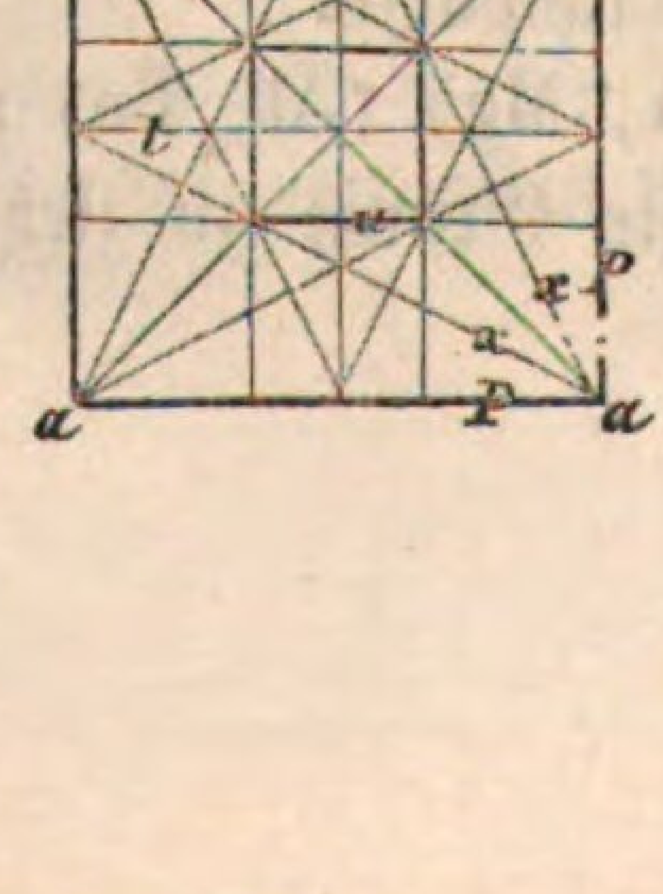
$$a = 1{,}561 = \sqrt{2{,}438},\ \lg 0{,}19354.$$





Die Zirkonsäule l = a : a : ∞c herrscht besonders bei den gemeinen Varietäten, während die Hyacinthsäule s = a : ∞a : ∞c die edlen Oktaeder dem Granatoeder ähnlich macht. Meist kommen beide Säulen an einem Oktaeder vor. Dazu tritt bei den gemeinen vom Ilmengebirge, Friedrichwärn ꝛc. noch das dreifach schärfere Oktaeder u = c : ⅓a : ⅓a, P/u = 153° 15′. Hat man diese durch Messung bestimmt, so läßt sich der Vierkantner x = c : a : ⅓a leicht deduciren, weil er die Endkante des Oktaeders u zuschärft und zugleich in der Endkante des Hauptoktaeders liegt. Seltener sind die Vierkantner a : ¼a und a : ⅕a, auch das nächste stumpfere Oktaeder c : a : ∞a wird angegeben.





Härte 7—8, Gewicht 4,68. Es kommen die verschiedensten trüben Färbungen vor, am gewöhnlichsten aber braungelb und hyacinthroth.

Z̈r S̈i mit 66,4 Z̈r und 33,6 S̈i. Klaproth entdeckte darin 1789 die Zirkonerde, welche nach dem

Mineral benannt wurde. Unschmelzbar, und selbst von wässriger Flußsäure nur wenig angegriffen. Auffallend ist die Leichtigkeit, mit welcher sich manche edle und unedle weiß brennen. Ceylonische Hyacinthen darf man nur aus der Ferne der Löthrohrflamme nahe bringen, so sind sie mit einem Ruck weiß, es sieht fast aus wie ein leichtes Aufglühen, und Henneberg behauptet, ihr Gewicht steige dann von 4,61 auf 4,71.

a) Hyacinth (wahrscheinlich Lynkurion des Theophrast). Der orangenfarbige Edelstein, vom Granat durch stärkern Glanz und höheres Gewicht unterscheidbar. Im Feuer wird er stärker glänzend, verliert aber auch die Farbe, daher **Jargon de Ceylon**, weil solche gern Diamanten untergeschoben werden. Im Flußsande von Ceylon mit Spinell und Rubin, und besonders auch in einem Bache bei Expailly ohnweit Puy in der Auvergne, wo sie in einem vulkanischen Muttergestein liegen, doch schließt das Gestein auch Granitbrocken ein, worin Krystalle liegen. Gilbert's Ann. 69. 33. Auch im Basalt von Unkel und des Siebengebirges ohnweit Bonn findet man Hyacinthkrystalle eingesprengt.

b) Trübfarbige Geschiebe von Ceylon: gelblich, grünlich, bläulich, röthlich bis ins schwärzliche. Die gerundeten sind zwar schwer erkennbar, allein es finden sich darunter immer noch deutliche 1ste quadratische Säulen, auch wohl mit oktaedrischer Endigung, die uns in den Stand setzen, auch das gänzlich Abgerollte glücklich zu sondern. Besonders schön kommen ähnliche eingesprengt im Kalkspath des Granit- und Gneusgebirges von New-York vor.

c) Gemeiner Zirkon von gelblich brauner Farbe, die zweite Säule von eigenthümlicher Rauhigkeit. Eingesprengt in den Sienit von Friedrichswärn, und im Eläolithgestein von Laurwig und des Ilmensees bei Miask, die um und um gebildeten Krystalle können über $1\frac{1}{2}''$ groß werden. Im Ural sehr verbreitet, daher auch in vielen dortigen Goldsaifen, zwar meist nur mikroskopisch, aber wegen ihres großen Glanzes doch leicht erkennbar. Ein höchst bemerkenswerthes Vorkommen bilden die blaßbläulichen Oktaeder im glasigen Feldspathgestein mit Nephelin von der Somma am Vesuv, ähnlich auch am Lachersee.

Oerstedtit Forchhammer Pogg. Ann. 35, 630 auf Augit mit Titanit von Arendal scheint ein in der Zerstörung begriffener gemeiner Zirkon, da Form, Glanz und gelbbraune Farbe ganz mit Zirkon stimmt, nur gibt er 5,5 $\dot{H}$ und hält neben 2 $\dot{M}g$, 2,6 $\dot{C}a$, 69 mit Titansäure gemischte Zirkonerde. Daher auch nur 3,6 Gewicht, und knapp Feldspathhärte. Scheerer's

Malakon Pogg. Ann. 62, 436 aus Granitgängen von Hitteröen mit Gadolinit hat nur 3 $\dot{H}$, daher Gew. 3,9, Härte 6 (deshalb *μαλακος* weich genannt). Nach dem Glühen steigt das Gewicht auf 4,2. Innen die Farbe milchblau. Solche Thatsachen scheinen eben zu beweisen, daß auch der Zirkon nicht den äußern Einflüssen überall gehörigen Widerstand leisten konnte. Vergleiche auch den gelblichbraunen Katapleiit Pogg. Ann. 79. 300 von Lamö mit 30 $\ddot{\bar{Z}}r$, 10,8 $\dot{N}a$ ꝛc.; den Tachyaphaltit Pogg. Ann. 88. 160 mit 39 $\dot{Z}r$, 12,3 Thorerde?

Die Zirkonerde kommt außerdem gern in Begleitung von Titansäure vor. Die wichtigsten Minerale sind etwa: Aeschinit 17,5 Z̈r, Wöhlerit 17,6 Z̈r, Eudialyt 17 Z̈r, Polymignit 14 Z̈r, Polykras.

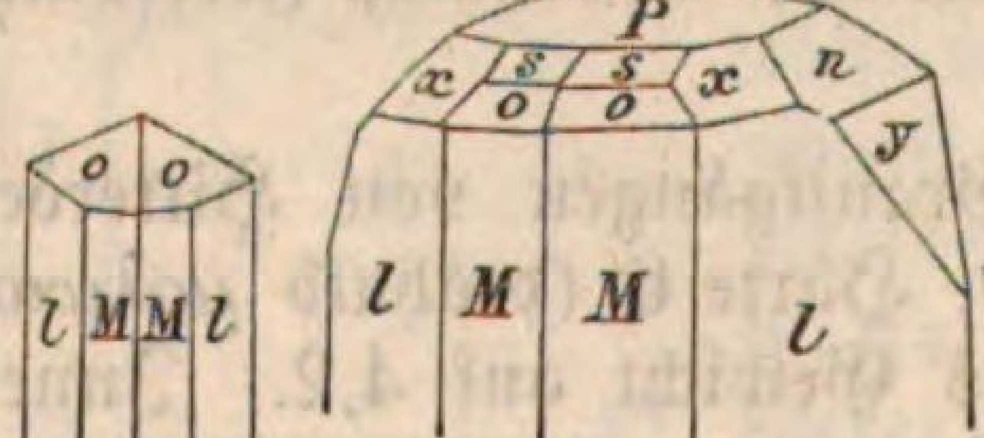
Svanberg Pogg. Ann. 65, 317 glaubt, daß Z̈r aus mehreren Erden bestehe, eine davon nennt er Norerde (Nore der alte Name für Norwegen).

6. Topas.

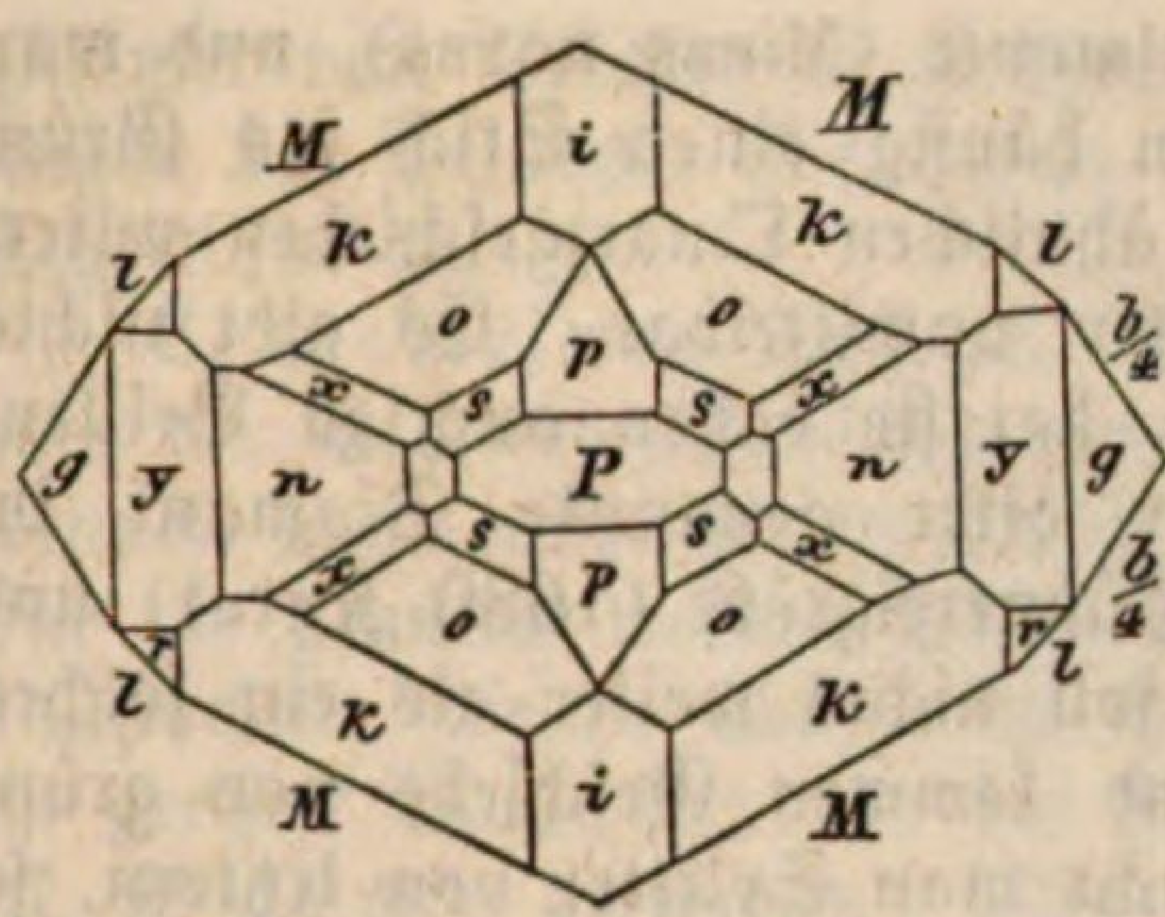
Der Name stammt aus dem Alterthum, allein Plinius hist. nat. 37, 32 versteht darunter einen grünen Stein, der auf einer von Nebel eingehüllten Insel Topazos im Rothen Meer gefunden werde, und davon seinen Namen habe; Topazin heiße in der Sprache jener Insulaner suchen. Man hat nun gemeint, diese Edelsteine (suo virenti genere, cum reperta est, pralatae omnibus) seien unser Chrysolith gewesen, während der Chrysolithus des Plinius (hist. nat. 37, 42 aureo fulgore translucentes .... in collatione aurum albicare quadam argenti facie cogunt) unser heutiger Topas sei. Indeß verstand schon Dionysus Periegetes unter Topas einen goldglänzenden Stein, und auch Agricola nat. foss. 623 sagt auri autem fulgor topazion a callaide pallidius virente separat. „Die Hauptfarbe des Topases ist weingelb."

Zweigliedriges Krystallsystem von ausgezeichneter Entwickelung. Rhombische Säule M = a : b : ∞c 124° 20′ durch Längsstreifung oft sehr entstellt. Der Gradendfläche P = c : ∞a : ∞b entspricht ein Blätterbruch noch deutlicher als beim Kalkspath, derselbe verräth sich gewöhnlich durch Quersprünge in der Säule, und wenn er wie gewöhnlich als Krystallfläche auftritt, so zeigt er eine auffallende Rauhigkeit. Noch ausgedehnter als M/M ist häufig die Zuschärfungsfläche ihrer scharfen Kante l = a : ½b : ∞c mit 86° 52′ vorn. Wegen dieser Winkel nennt Hr. Prof. Weiß passend jene M/M die Hornblendsäule, diese l/l die Augitsäule. Da die Gipfel von den Krystallen wegen des Blätterbruchs gern wegspalten, so trifft man in Brasilien, Mukla in Kleinasien ꝛc. gar gewöhnlich diese einfachen Formen. Bei den Schneckensteinern und Murfinsk'schen herrscht am Ende ein Paar auf die scharfe Kante aufgesetzt n = b : c : ∞a 92° 45′ in der Kante über c, das etwas blättrig ist. Legt man das Oblongoktaeder Mn der Axenrechnung zu Grunde, so kommt

$$a : b = 0{,}5539 : 1{,}0492 = \sqrt{0{,}3069} : \sqrt{1{,}1008},$$
$$lga = 9{,}74347,\ lgb = 0{,}02085.$$



Unter n findet sich meist noch das Paar y = ½b : c : ∞a. Wenn man von diesen Achsen ausgeht, so bekommt freilich von den zwei die Kante P/M abstumpfenden Oktaedern das untere gewöhnliche, bei den Säulen von Brasilien, Mukla ꝛc. sogar oft blos die einzige Endigung bildend, den Ausdruck o = c : 2a : 2a, doch schließen sich daran das obere Oktaeder s = c : 3a : 3a, und das untere k = c : a : a gut an, obgleich letzteres Hauptoktaeder nur selten beobachtet wird, ausgezeichnet am Ilmensee. Jene Mohsische Grundform o hat in der vordern Endkante 141° 7′, in der seitlichen Endkante 101° 52′, in



der Seitenkante 90° 55′. Bei den Sächsischen ist x = c : 3a : $\frac{3}{2}$b häufig, sie stumpft die Kanten zwischen P/l und n/o ab. Außer diesen MPnyoskx sind etwa noch folgende zu erwähnen: a : $\frac{2}{3}$b : ∞c, a : $\frac{1}{3}$b : ∞c, a : $\frac{1}{4}$b : ∞c; c : $\frac{3}{2}$b : ∞a, g = c : $\frac{1}{4}$b : ∞a; i = a : c : ∞b, p = c : 3a : ∞b; b : ∞a : ∞c; r = a : $\frac{1}{2}$b : c, t = 5a : $\frac{5}{3}$b : c. Die Krystalle sind gewöhnlich mit dem einen Ende aufgewachsen, daher gehören um und um krystallisirte zu den größten Seltenheiten. Zwillinge unbekannt.

Topashärte 8, Gewicht 3,5, man sagt genau das des Diamantes, deßhalb sind auch die klaren damit verwechselt worden, allein der Glanz entschieden geringer.

Die Reibungselektricität ist „besonders bei einigen sächsischen Topasen so beträchtlich, daß die geringste Reibung mit dem Finger schon hinreicht, eine kleine kupferne Nadel merklich anzuziehen.“ Thermoelectrisch und terminalpolar nach c sind die Russischen (Hankel Pogg. Ann. 61. 289), centralpolar nach a die Brasilianischen, und zwar liegen die antilogen Pole am Ende von a in dem stumpfen Kantenwinkel der Säule, die analogen in der Mitte des Blätterbruchs.

Doppelte Strahlenbrechung erkannte schon Hauy: er benutzte die Fläche n = b : c : ∞a und schliff die gegenüberliegende scharfe Säulenkante durch b : ∞a : ∞c ab, dadurch bekam er ein Prisma mit dem ungefähren Brechungswinkel von 46°, das eine Nadel bei einigen Zoll Entfernung verdoppelte. Die Ebene der optischen Axen liegt in a c, Axe c würde die optische Mittellinie sein: bei den Brasilianischen machen die optischen Axen mit c etwa 28°, bei den Schottischen (Aberdeenshire) 32°. Elasticitätsaxen a : b : c = 1,00922 : 1,01186 : 1. (Rudberg Pogg. Ann. 17. 1). An den blättrigen farblosen von Brasilien kann man an gespaltenen Stücken in der Turmalinzange die Farbenringe erkennen.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, nur in strengem Feuer sich mit kleinen Blasen überziehend. Analysen schwierig, weil man wegen eines starken Fluorgehaltes leicht Verluste bekommt. Nach Forchhammer 5 $\dot{\ddot{A}}$l $\dddot{S}$i + 2 Al Fl^3 gibt, wenn man das Aluminium als Thonerde in Rechnung bringt, 55 $\ddot{A}$l, 35,5 $\dddot{S}$i, 17 Fl (Summa 107,5). Rammelsberg schreibt die Formel 6 $\ddot{A}l^3$ $\dddot{S}i^2$ + (3 Al Fl^3 + 2 Si Fl^3), worin im 2ten Theile der Formel der Sauerstoff von Aluminium und Silicium blos durch Fluor vertreten ist.

Mit dem Topas beginnen wegen der Häufigkeit seines Vorkommens die Edelsteine mittlerer Sorte. Man kennt klare Krystalle von vielen Pfund schwer. Im krystallinischen Urgebirge, auf Erzgängen und in vulkanischen Gesteinen wird er gefunden, und ist von hier auch in das Schuttland gerathen. Nach Farbe und Klarheit macht man etwa folgende Unterabtheilungen:

1) Farblose, Pingos d'agoa (Wassertropfen), von einer Klarheit und Politurfähigkeit, wie sie der Bergkrystall nicht erreicht, finden sich als

Geschiebe im mittlern Gebiet des Rio Belmonte (Minas novas), und man weiß nicht wo sie anstehen. Sie haben häufig einen Stich ins Grün. Uebrigens muß man sie vorsichtig von ähnlichen Quarzgeschieben unterscheiden, der Blätterbruch leitet dabei öfter unmittelbar. Es gibt nichts Klareres als solche Wassertropfen, man hat sie daher auch zu Brillengläsern zerspalten und geschliffen. Der öfter genannte Diamant im Schatze des Königs von Portugal von Hühnereigröße (1680 Karat) und auf 57 Mill. Pfund Sterling geschätzt soll nichts weiter als ein solches Topasgeschiebe sein. Auch in Neuholland kommen Geschiebe von grünlicher und gelblicher Farbe vor. Untersucht man Splitter von letztern, so zeigen sie bei starker Vergrößerung vielerlei Höhlen, aus welchen Flüssigkeiten über die Ebene der Bruchflächen fließen, Brewster Pogg. Ann. 7. 493. Die kleinen wasserhellen Topase des Ilmengebirges „übertreffen durch ihren Flächenreichthum alle andern bekannten."

2. Sibirische Topase von grünlicher Farbe (Aquamarin) und großer Klarheit. Je grüner, desto deutlicher wirken sie auf das Dichroskop. Sie werden in der Umgebung des Dorfes Mursinsk (13 Meil. nördlich Katharinenburg) im Granit gebrochen und in Katharinenburg verschliffen. Die Pracht und Größe ist unübertroffen. In der Sammlung des Bergkorps von Petersburg findet sich ein 31 ℔ schwerer Krystall von $4\frac{3}{4}''$ Länge und $4\frac{1}{2}''$ Breite.

3. Brasilianischer Topas, braungelbe Säule von verschiedener Klarheit, vorsichtig in Asche geglüht werden sie blaß lilafarbig und roth (Brasilianische Rubine), das färbende Eisenoxydhydrat könnte sich dabei in Eisenoxyd färben, doch ist Brewster (Gilbert's Ann. 65. 14) gegen diese Erklärungsweise. Sie sind wegen ihres angenehmen Lichtes sehr geschätzt. Für das Dichroskop von hohem Interesse, wie wir pag. 111 gesehen haben. Sie liegen in Steinmarkschnüren der Meiereien von Capâo do Lana und Boa Vista bei Villa Ricca, wo jährlich an 18 Ctr. bergmännisch gewonnen und in Rio Janeiro und Bahia verschliffen werden.

4. Sächsischer Topas, blaß weingelb, aber sehr politurfähig. In einem Walde auf dem Voigtlande bei Auerbach erhebt sich eine 80′ hohe Gneusnadel, der Schneckenstein, worin Henkel (Acta physico-medica 1737. IV. pag. 316) zuerst den „Schneckentopas" entdeckte. Das Gestein ist ganz von Topasmasse durchdrungen, und Krystalle von wenigen Linien Größe liegen in Menge herum. Doch haben sich auch einzelne Individuen von 4″ Länge und 2″ Breite darunter gefunden. Im grünen Gewölbe von Dresden zeigt man davon die prachtvollsten Garnituren. Schon in gelindem Feuer brennen sie sich weiß, in starkem verlieren sie Glanz und Durchsichtigkeit, und mehrmals in kaltem Wasser abgelöscht werden sie ganz mürbe. Werner nannte die flasrige Gebirgsart von körnigem Quarz und wenig schwarzem Turmalin durchzogen Topasfelsen. Wie schon Plinius von seinem Chrysolith sagt: funda includuntur perspicuae (à jour gefaßt), celeris subjicitur aurichalcum, so legt man noch heute sächsischen Topasen eine Goldfolie unter. In Indien kommen saffrangelbe vor. Vergleiche auch die schönen Topase von Mukla in Kleinasien.

5. Bemerkenswerthe Vorkommen, aber zum Schliff unbrauchbar, finden sich auf den Zinnsteinstöcken des Erzgebirges und Cornwallis, im Lithion-

glimmer von Roschna in Mähren, und mit Zinnstein sogar in Auswürflingen des Vesuvs. Sie haben meist schmutzigweiße Farbe. Nordamerika, Schottland ꝛc.

6. Gemeiner Topas. Verliert Klarheit und Schönheit der Farbe, aber der Blätterbruch bleibt immer noch deutlich, und derbe Massen gewinnen dann nicht selten ein Feldspathartiges Ansehen. Am bekanntesten sind die graulich weißen derben Massen mit Andeutungen von rohen Krystallflächen, welche Gahn im Ganggranit des Gneuses von Finbo und im großen Blocke Broddbo bei Fahlun entdeckte. Es sind daselbst Stücke 27 ℔ schwer gefunden. Die feinsten Splitter bedecken sich bei sehr starkem Feuer mit feinen Blasen, welche zerplatzen, daher auch Pyrophysalith genannt.

Daubrée (Compt. rend. 1851. XXXII, 625) glückte es, künstliche Topase darzustellen.

Pyknit Hauy (πυκνός dicht) wurde lange mit Beryll verwechselt (daher schörlartiger Beryll Werner). Er kommt in derben strahligen Massen mit grauen Lithionglimmern gemengt auf Zinnsteinstöcken besonders zu Altenberg auf dem Erzgebirge vor. Derselbe ist grünlich gelb und stellenweis von Eisenoxyd roth geflammt. Den Blätterbruch, senkrecht gegen die strahligen Säulen kann man zwar darstellen, allein er ist durch schiefe Quersprünge sehr unkenntlich gemacht, und die spröde Masse läßt sich auf Härte nicht sicher prüfen. Er zeigt dabei fast genau die Zusammensetzung des Topases, nur gibt er vor dem Löthrohr leichter Blasen, wahrscheinlich wegen seines etwas größern Fluorgehaltes (18,5 Fl).

7. Beryll.

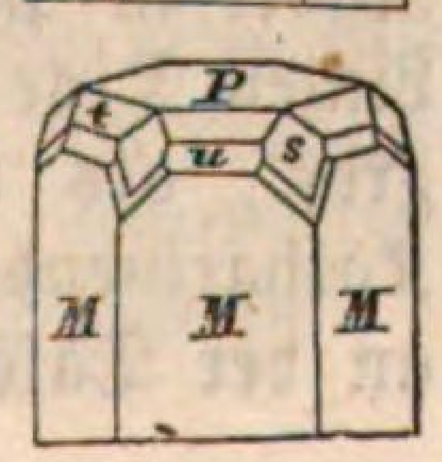
Beryllus Plinius hist. nat. 37. 20 poliuntur omnes sexangula figura artificum ingenio . . probatissimi ex iis sunt qui viriditatem maris puri imitantur. Daher nennen ihn die Steinschleifer noch heute vorzugsweise Aquamarin.

Sechsgliedriges Krystallsystem mit vollkommener Vollzähligkeit der Flächen, wie es selten vorkommt. Die erste sechsseitige Säule $M = a : a : \infty a : \infty c$ herrscht immer vor, mit starken Längsstreifen. Die zweite Säule $n = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$ stumpft öfter die Kanten der ersten bei den smaragdgrünen ab. Dagegen kommt eine 6 + 6kantige Säule $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : \infty a$ nur selten bei sibirischen vor, doch gibt sie Dufrenoy an. Durch die Fülle dieser Flächen werden die nicht selten armdicken Säulen förmlich cylindrisch. Dagegen fehlt es meist an guten Endflächen. Der Gradendfläche $P = c : \infty a : \infty a : \infty a$ entspricht ein schwacher, aber doch gut erkennbarer Blätterbruch. Wenn außerdem Endflächen vorkommen, so ist es das Dihexaeder $t = a : a : \infty a : c$ mit den Rhombenflächen $s = a : \frac{1}{2}a : a : c$, die freilich auch nicht immer vollzählig auftreten. Da das Dihexaeder t 151° 5′ Endkanten und 59° 53′ Seitenkanten hat, so ist



$$a = 2{,}0057 = \sqrt{4{,}0139},\ \lg a = 0{,}30205.$$

Ein zweites Dihexaeder $u = \frac{2}{3}a : \frac{2}{3}a : \infty a : c$ liegt unter t in der Diagonalzone von s. Selten aber vollständig kommt der 6kantner $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$ vor, welcher die Kanten M/s an jedem Ende 12mal abstumpft.



Seine Härte streift schon an die Quarzhärte 7—8, auch leichtes Gewicht 2,7, und Glasglanz, und ob er gleich noch gemeiner als Topas ist, so nimmt er doch klare Färbungen an, die öfter auf das Dichroskop gut wirken.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schon wenn auch schwierig zu trübem Glase, Vauquelin entdeckte 1797 in ihm die Beryllerde. Nach vielem Schwanken gibt man ihm jetzt die Formel

$$\ddot{B}e\,\dddot{S}i^2 + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^2 = (\ddot{B}e, \dddot{A}l)\,\dddot{S}i^2,$$

da beide Basen mit einander isomorph sind. Etwa 13,4 $\ddot{B}e$, 16,8 $\dddot{A}l$, 69,7 $\dddot{S}i$. Die Beryllerde trennt sich nach der Entdeckung des Hrn. Prof. Chr. Gmelin aus ihrer verdünnten Auflösung in Kali durchs Kochen von der Thonerde.

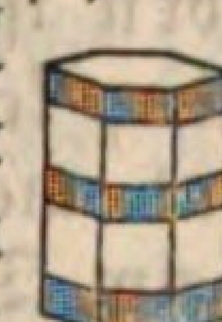
Häufiger Begleiter des Topases, aber auch sonst in großen Mengen im krystallinischen Urgebirge.

1. Smaragd, *σμάραγδος* Herodot, Theophrast, Plinius. Zamarrut der Araber. Emeraude Franz., Emerald Engl. Verdankt seine smaragdgrüne Farbe einem Chromgehalt, der bis auf 3,5 $\dddot{G}r$ steigen kann. Daß die Alten den wirklichen Smaragd kannten, beweisen die in den Ruinen Roms gefundenen Zierrathen, auch kommen sie als Schmuck Aegyptischer Mumien vor, und Plinius sagt eruuntur circa Copton oppidum Thebaidis collibus excavatis, wo Caillaud im Gebirge Zabarah südlich Cosseir sogar die alten Gruben wieder gefunden haben wollte. Doch scheint sich die Sache nicht ganz zu bestätigen (Beilage Allg. Zeitung 1844, Nro. 347). Im Alterthum stand er nach Plinius hist. nat. 37. 16 im höchsten Ansehen: tertia auctoritas (1 Diamant, 2 Perlen) zmaragdis perhibetur pluribus de causis, quippe nullius coloris adspectus jucundior est . . . nihil omnino viridius comparatum illis viret. Praeterea soli gemmarum contuitu implent oculos nec satiant . . . non sole mutati, non umbra, non lucernis . . . Nero princeps gladiatorum pugnas spectabat in zmaragdo. Nun werden aber eine Reihe grüner Steine angeführt, die offenbar nicht Smaragde waren, darunter auch die schon von Herodot genannten Obelisken in einem Aegyptischen Tempel, welche aus 4 Smaragden von 40 Ellen Länge und 2—4 Ellen Breite bestanden!

Im Mittelalter findet man ihn schon in alten Kirchenschätzen des 8ten Jahrhunderts, auch findet sich in der Tiara des Pabstes eine Smaragdsäule von 1 Zoll Länge und ¾ Zoll Dicke, die bereits zur Zeit Pabst Julius des zweiten sich zu Rom befand. Erst durch die Entdeckung von Peru wurden sie häufiger, daher gewöhnlich Peruanischer Smaragd genannt. Die Incas verehrten einen in der Größe eines Straußeneis. Die Hauptgruben finden sich heutiges Tages im Tunka-Thal (Quindiukette zwischen Cauca und Magdalena ohnweit Cartago), wo er im Kalkspath bricht, der Gänge im Thonschiefer bildet. Eine Handgroße Druse mit noch nicht Fingerdicken Krystallen bedeckt wurde 1818 noch für 22,000 Rubel in Petersburg ausgeboten. Säulen von 22 Linien Länge und 20 Linien Dicke gehören schon zu den bedeutendsten. Daher war die Freude groß, als die Bauern 1831 im Walddistrikt 12 Meilen nordöstlich von Katharinenburg beim Ausgraben von Baumwurzeln im Glimmerschiefer an der Takowaja Smaragde entdeckten, die bei tiefern Schürfen in dem

schönsten Grün zum Vorschein kamen. Nun schienen die Worte des Plinius hist. nat. 37, 17 wahr: nobilissimi Scythici ... nullis major austeritas, nec minus vitii. Quantum zmaragdi a gemmis distant, tantum Scythicus a ceteris zmaragdis. In der Sammlung des Kaiserl. Bergkorps findet sich ein Krystall von 8 Zoll Länge und 5 Zoll Dicke! Schmilzt man ihn mit Feldspath zu einer Kugel, so wird diese beim Erkalten schwach chromgrün, Beweis, daß sie mit Peruanischen übereinstimmen, die wenigstens auch eine deutliche chromgrüne Perle zeigen. Es stimmt das Uralische Vorkommen vollkommen mit jenem im Heubachthale des obern Pinzgau im Salzburgischen, doch sind die Krystalle hier meist unrein und klein.

Das Dichroskop zerlegt die Farbe deutlich in Smaragdgrün und Meergrün, wodurch man sie leicht von gefärbten Gläsern unterscheidet. Auch ist die Farbe in den Säulen oftmals schichtenförmig parallel der Gradendfläche so vertheilt, daß verschiedene Schichten weit schöner gefärbt sind, als die übrigen Stücke, und die Farben gränzen in scharfer Ebene ab. Der Werth hängt wesentlich mit von der Reinheit der Krystalle ab. Namentlich leiden sie sehr an Trübe und Sprüngen.

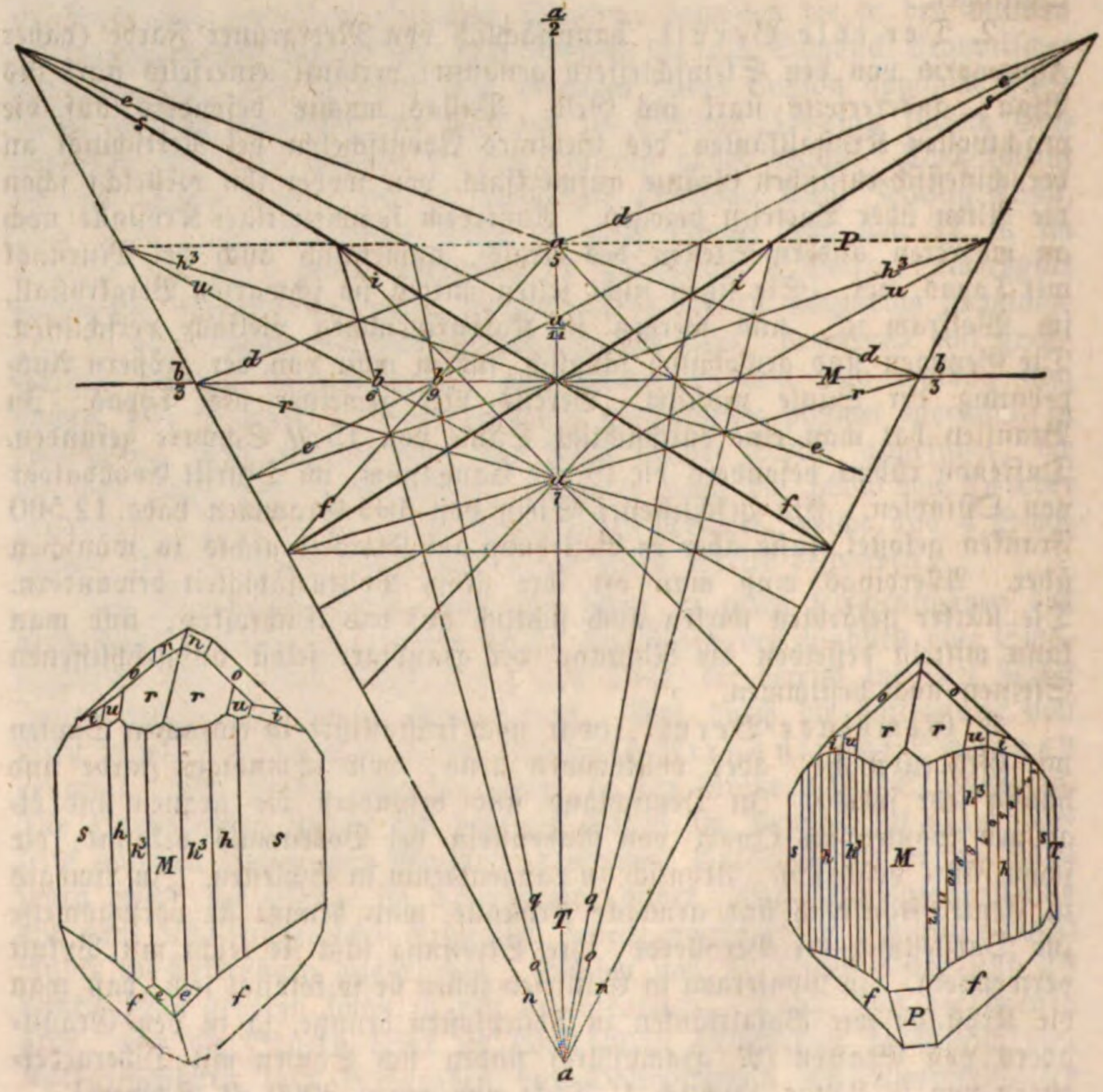


2. Der edle Beryll, hauptsächlich von Meergrüner Farbe (daher Aquamarin von den Steinschleifern genannt) verläuft einerseits stark ins Blau, andererseits stark ins Gelb. Pallas machte besonders auf die prachtvollen Krystallsäulen des Gebirges Adontschelon bei Nertschinsk an der chinesisch-russischen Gränze aufmerksam, von woher ihn vielleicht schon die Alten über Bactrien bezogen. Außerdem kommen klare Krystalle noch an mehreren andern Stellen des Urals, namentlich auch bei Mursinsk mit Topas, vor. Sie sitzen nicht selten mitten im schwarzen Bergkrystall, im Wolfram ꝛc., und werden in Katharinenburg vielfach verschliffen. Die Gemmen sind gewöhnlich länglich, indem man von der größern Ausdehnung der Säule profitirt. Bereits viel gemeiner als Topas. In Brasilien hat man eine durchsichtige Säule von 15 ℔ Schwere gefunden. Dufrénoy rühmt besonders die Grube Cangayum, im Distrikt Coimbatoor von Ostindien. Ein geschliffener Stein von 184 Grammen habe 12,500 Franken gekostet, lasse aber in Beziehung auf Klarheit nichts zu wünschen über. Allerdings muß man oft ihre große Politurfähigkeit bewundern. Die stärker gefärbten wirken auch sichtlich auf das Dichroskop, und man kann mittelst desselben die Richtung der Hauptaxe selbst an geschliffenen Steinen noch bestimmen.

3. Gemeiner Beryll, zwar noch krystallisirt in einfachen Säulen mit Gradendfläche, aber vollkommen trüb, von schmutziger Farbe und häufig sehr spröde. In Deutschland sind besonders die grauen und ölgrünen Säulen im Quarz von Rabenstein bei Bodenmais bekannt, die schon Flurl beschreibt. Aehnlich zu Langenbielau in Schlesien. Zu Limoges in Centralfrankreich sind armdicke Krystalle, man benutzt sie vorzugsweise zur Darstellung der Beryllerde, ihre Streifung läßt sie leicht mit Pyknit verwechseln. Zu Ponferada in Gallicien sollen sie so kolossal sein, daß man die Krystalle wie Basaltsäulen zu Thürpfosten benutze, ja in den Granitadern von Grafton (N. Hampshire) finden sich Säulen mit Diheraederenden von 6′ Länge, reichlich 1′ Dicke und gegen 3000 ℔ Schwere!

Euklas Hauy, εὐκλάω leichtbrechen, weil er wegen seines ausgezeichneten Blätterbruchs leicht zerspringt. Wir verdanken Hrn. Prof. Weiß eine ausführliche Darstellung dieses verwickelten 2 + 1 gliedrigen Krystallsystem's (Abh. Berl. Akad. 1841. 249). Derselbe entwirft unabhängig von allen Winkeln eine Projektionsfigur, entwickelt ganz allgemein die Ausdrücke der Flächen mit Buchstaben blos aus den Zonenverhältnissen, und zeigt dann, welchen Werth μ und ν haben müsse, um zu den einfachsten Axenausdrücken zu kommen. Damit ist der Beweis geführt, daß nicht Grundformen, sondern der Zonenzusammenhang der Flächen das Wesen bilden. Schabus (Denkschriften Wien. Akad. Wiss. 1852, Band VI. 57) liefert eine Monographie. Seine gefundenen Winkel weichen nur wenig von den bekannten ab.

Eine Säule $s = a : b : \infty c$ macht $114^0\ 50'$, ihr stumpfer Winkel vorn ist zwar durch viele Flächen abgestumpft, Phillips gibt allein 12 an, aber keine schärft den scharfen zu, dieser ist selbst mit dem Handgoniometer gut meßbar. Nur ein Blätterbruch $T = b : \infty a : \infty c$, deutlicher als beim Topas, stumpft die scharfe Säulenkante gerade ab. Hauy läßt ihn in Hinsicht auf Deutlichkeit auf Gyps folgen. Derselbe erzeugt einen



starken innern Lichtschein. $M = a : \infty b : \infty c$ stumpft die stumpfe Säulenkante ab, allein die Neigung von Flächenbildung zwischen s und M ist so groß, daß man öfter auf ihr auch noch eine Knickung längs der Axe c findet. Von den 12 Flächen zwischen M und s zeichnet sich $h^3 = \frac{1}{2}a : b : \infty c$ öfter durch Größe und etwas rauhe Längsstreifung aus, sie macht vorn 144° 33′ in der Säule; $h = \frac{2}{3}a : b : \infty c$ 133° 50′ ꝛc.

Am Ende zeichnet sich auf der Hinterseite (nach Hauy die vordere) ein meist sehr ausgedehntes augitartiges Paar $f = \frac{1}{3}a : \frac{1}{9}b : c$ aus, seine schiefe Kante $c : \frac{1}{3}a$ von 160° wird durch den nicht sonderlich deutlichen 2ten Blätterbruch $P = c : \frac{1}{3}a : \infty b$ gerade abgestumpft. Meist kommt auf dieser Seite nichts weiter vor, nur selten findet sich eine Zuschärfung der scharfen Kante $d = c : \frac{1}{3}a : \frac{1}{3}b$, oder wohl gar $e = \frac{1}{11}a : \frac{1}{9}b : c$ die Kante M/f abstumpfend. Auf der Vorderseite herrschen dagegen zwei Reihen Paare über einander, die untere Reihe: $r = \frac{1}{7}a : \frac{1}{3}b : c$ (156° 12′), $u = \frac{1}{7}a : \frac{1}{6}b : c$, $i = \frac{1}{7}a : \frac{1}{12}b : c$; die obere $n = a : \frac{1}{3}b : c$ (143° 50′), $o = a : \frac{1}{6}b : c$, $q = a : \frac{1}{9}b : c$.

Legen wir bei der Berechnung der Axenelemente den Säulenwinkel s/s = 114° 50′, und die stumpfen Winkel der Augitpaare f/f = 106° und n/n = 143° 50′ zu Grunde, so ist $tg\ 57^0\ 25' = \frac{b}{a}$; $tg_0\ 53 = \frac{b}{9a}\sqrt{(5 \mp k)^2 + a^2}$; $tg_1\ 71^0\ 55' = \frac{b}{3a}\sqrt{(1 \pm k)^2 + a^2}$. Hieraus nach Anleitung von pag. 60 $\pm k = \frac{\frac{3}{4}tg_1^2 - \frac{27}{4}tg_0^2}{tg^2} + 2$,

$a^2 = \frac{9tg_1^2}{tg^2} - (1 \pm k)^2$, $b = a\ tg$. Folglich

$$a : b : k = 5{,}789 : 9{,}058 : 0{,}0178 = \sqrt{33{,}515} : \sqrt{82{,}049} : \sqrt{0{,}00317}$$
$$lga = 0{,}76262,\ lgb = 0{,}95704,\ lgk = 8{,}25042.$$

Da k positiv ist, so liegt der stumpfe Axenwinkel a′/c = 90° 10½′ auf der Hinterseite. Eine so unbedeutende Abweichung kann man auch ganz vernachlässigen.

Härte 7—8, Gew. 3, Strahlenbrechung: gewöhnl. Strahl 1,64, ungewöhnl. 1,66. Farbe ist Meergrün, Werner sagt leicht Berggrün. Wirkt ziemlich auf das Dichroskop.

Die optischen Axen liegen nach Biot im 1sten Blätterbruch, die Mittellinie geht der Kante P/T, also dem 2ten Blätterbruch P parallel. Da Euklas nun fast so leicht als Gyps springt, so kann man sich die dünnsten Blätter verschaffen, welche die Farbe dünner Gypsblätter zeigen.

Vor dem Löthrohr wird er in starkem Feuer weiß, schwillt an dünnen Kanten etwas blumenkohlartig an und schmilzt.

$$(\dot{\dot{B}}e + \dddot{A}l)^4\ \dddot{S}i^3,\ 24\ \dot{\dot{B}}e,\ 32{,}4\ \dddot{A}l,\ 43{,}7\ \dddot{S}i.$$

Merkwürdig 0,7 Zinnoxyd. Dombey brachte ihn aus Peru mit, wußte aber über seinen Fundort sich durchaus nicht mehr zu erinnern, daher meint man, daß auch dieser aus der Gegend von Villaricca in Brasilien stammte, wo er in der Nachbarschaft der Topase, aber auf besondern Steinmarkschnüren vorkommt. Trumbull in Connecticut.

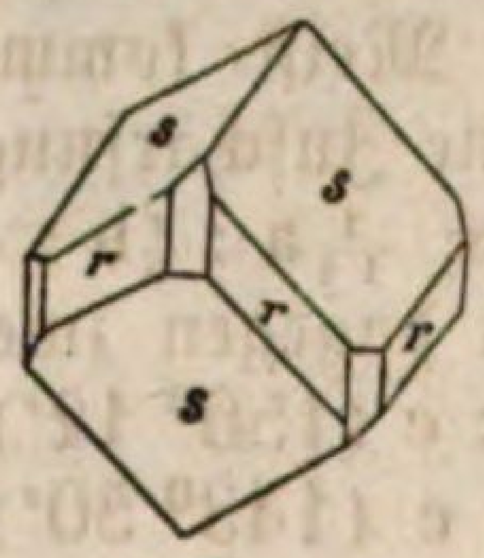
Phenakit (φέναξ Lügner, weil man ihn anfangs für Quarz gehalten). Nordenskjöld (Pogg. Ann. 31. 57) erkannte ihn in den Smaragd-

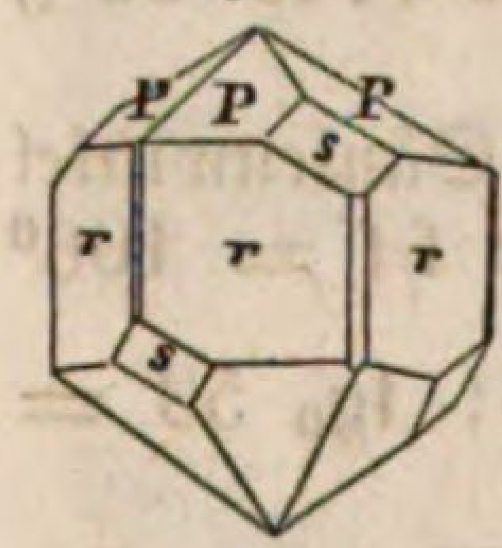
gruben an der Takowaja im Ural, und Prof. Beyrich (Pogg. Ann. 34. 519 und 41. 323) zu Framont im obern Breuschthal im Brauneisenstein der Grube Mine jaune.

3 und 6gliedriges Krystallsystem. Ein etwas blättriges Rhomboeder $s = a : a : \infty a$ von $116^0\ 40'$ in den Endkanten würde

$$a = \sqrt{2{,}295} = 1{,}515,\ \lg a = 0{,}18040$$

geben. Daran stumpft stets die 2te Säule $r = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$ die Zickzackkanten ab, während die erste $a : a : \infty a : \infty c$ nur ausnahmsweise und schwach auftritt. Solche einfachen Krystalle kommen von mehr als Faustgröße und rings ausgebildet im Glimmerschiefer des Urals vor. Bei den viel kleinern Vogesischen herrscht als Ende der Säulen ein mattes Diheraeder $P = 3a : \frac{3}{2}a : 3a : c$ mit $156^0\ 46'$ in den Endkanten, welches die Endkanten des Rhomboeders zuschärft. Niemals eine Gradendfläche vorgekommen, und da sich s zu P wie die Rhombenfläche zum Diheraeder beim Quarz verhält, so ist eine auffallende Analogie zwischen beiden nicht zu verkennen. Beyrich glaubt sogar Trapezflächen beobachtet zu haben, dann müßte er Circularpolarisation zeigen. Weiter stimmen damit auch die





Zwillinge: zwei Individuen haben die Axe c gemein und durchwachsen sich. Das Diheraeder kann zwar in diesem Falle keinen Zwilling geben, aber die Rhomboeder zeigen einspringende Winkel. Zwillinge bei Framont häufig. Wollte man $P = a : a : \infty a$ und $s = a : \frac{1}{2}a : a$ wie beim Quarz schreiben, so müßte die Diheraederaxe $A = a\sqrt{3} = \sqrt{6{,}885}$ sein, wie man leicht aus einer Projektion sieht.

Härte 8, Gewicht 3, gewöhnlich trübfarbig, und bei Framont mit Brauneisen oder gefärbt, die wasserhellen haben jedoch einen starken Glanz.

B̈e S̈i mit etwa 55 S̈i und 45 B̈e, daher das an Beryllerde reichste Mineral.

Beryllerde (Awdejew Pogg. Ann. 56. 101) spielt außer in vorstehenden 3 Edelsteinen und dem Chrysoberyll mit 18 B̈e noch im Leucophan 11,5 B̈e, Helvin 10 B̈e, Gadolinit 9,6 B̈e eine Rolle.

8. Turmalin.

Sein Name soll Ceylanisch sein. In einem merkwürdigen Buche (Curiöse Speculationes bey Schlaflosen Nächten — zu eigener nächtlicher Zeit-verkürzung, aufgezeichnet von einem Liebhaber, der Immer Gern Speculiret. Leipzig 1708) wird erzählt, daß Anno 1703 die Holländer einen von Zeilan kommenden Edelstein, Turmalin oder Turmale genannt, nach Holland brachten, welcher die Eigenschaft habe, daß er die Turffasche auf der heißen Turfkohle nicht allein, wie ein Magnet das Eisen, an sich ziehe, sondern auch solche Asche zu gleicher Zeit wieder von sich stoße — er wurde deßwegen von den Holländern Aschentrecker genannt. Schörl ist der alte bergmännische Name, doch verstand man darunter auch Basalt, Hornblende &c.

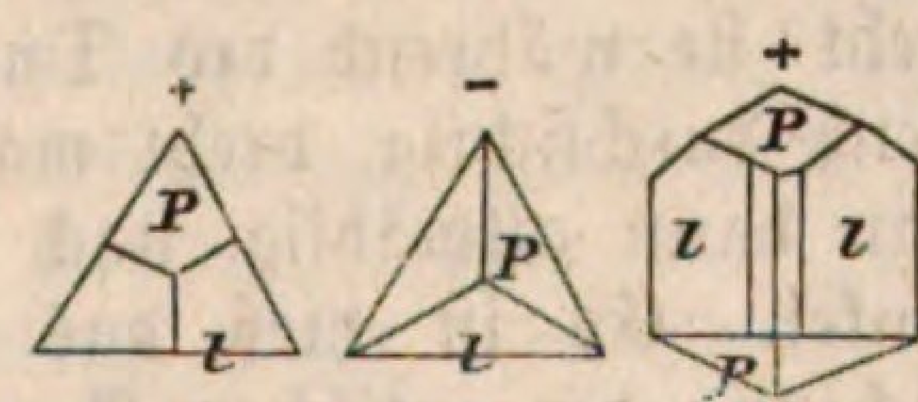
Rhomboedrisch. P = a : a : ∞a 133° 26′ in den Endkanten nach Hauy gibt

$$a = \sqrt{5{,}077}.$$

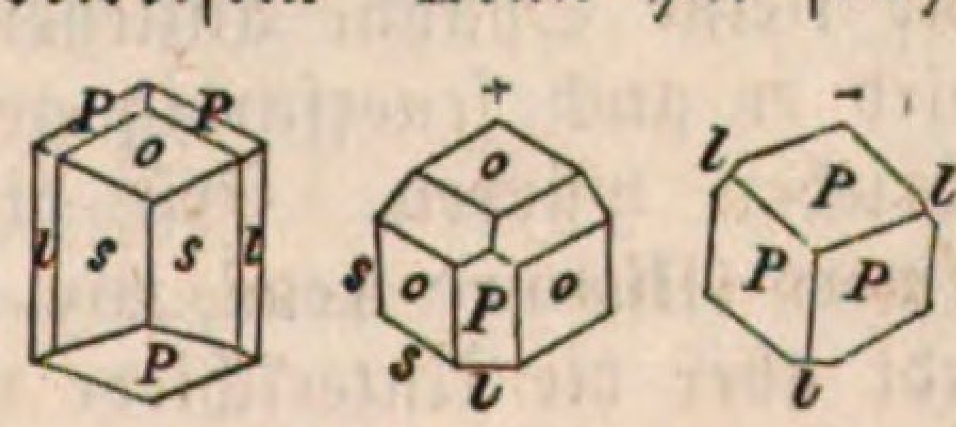
Da aber die neuern Angaben zwischen 132° 50′ und 133° 50′ schwanken, so könnte man $a = \sqrt{5}$ setzen, was 133° 10′ geben würde. Blättriger Bruch kaum wahrnehmbar. Das nächste stumpfere und schärfere Rhomboeder n = 2a′ : 2a′ : ∞a und o = $\frac{1}{2}$a′ : $\frac{1}{2}$a′ : ∞a häufig. Seltener das 2te schärfere r = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{4}$a : ∞a. Noch seltener kommen aber die Gegenrhomboeder z = a′ : a′ : ∞a, und dessen stumpferes g = 2a : 2a : ∞a vor, doch gibt sie Hauy bei grünen Brasilianischen an. Bei einem Brasilianischen maß G. Rose $\frac{2}{7}$a′ : $\frac{2}{7}$a′ : ∞a, und einem hyacinthrothen von Gouverneur in New-York $\frac{1}{5}$a′ : $\frac{1}{5}$a′ : ∞a.

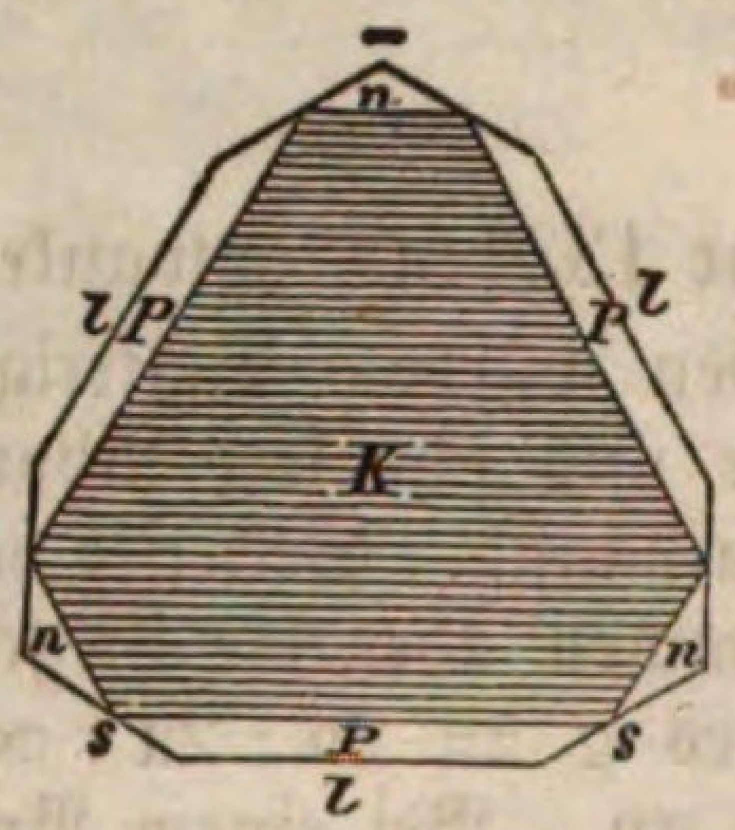
Die Gradendfläche k = c : ∞a : ∞a : ∞a findet sich besonders ausgezeichnet bei den großen Krystallen von Zwiesel und Hörlberg im Baierischen Walde. Die beiden Säulen l = a : a : ∞a : ∞c und s = a : $\frac{1}{2}$a : a : ∞c fehlen nie, allein sie werden häufig durch Streifung entstellt und cylinderförmig. Selten ist eine 6 + 6kantige Säule meßbar, wie a : $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{4}$a : ∞c an norwegischen Turmalinen (Aphrizit). Dagegen kommen mehrere ausgezeichnete Dreikantner vor: t = a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a, u = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{2}$a, beide die Kante P/s abstumpfend und erster Abtheilung angehörend: x = a′ : $\frac{2}{5}$a′ : 2a′, v = a′ : $\frac{1}{4}$a′ : $\frac{1}{4}$a′, beide aus der Diagonalzone des Hauptrhomboeders P und zweiter Abtheilung angehörend.

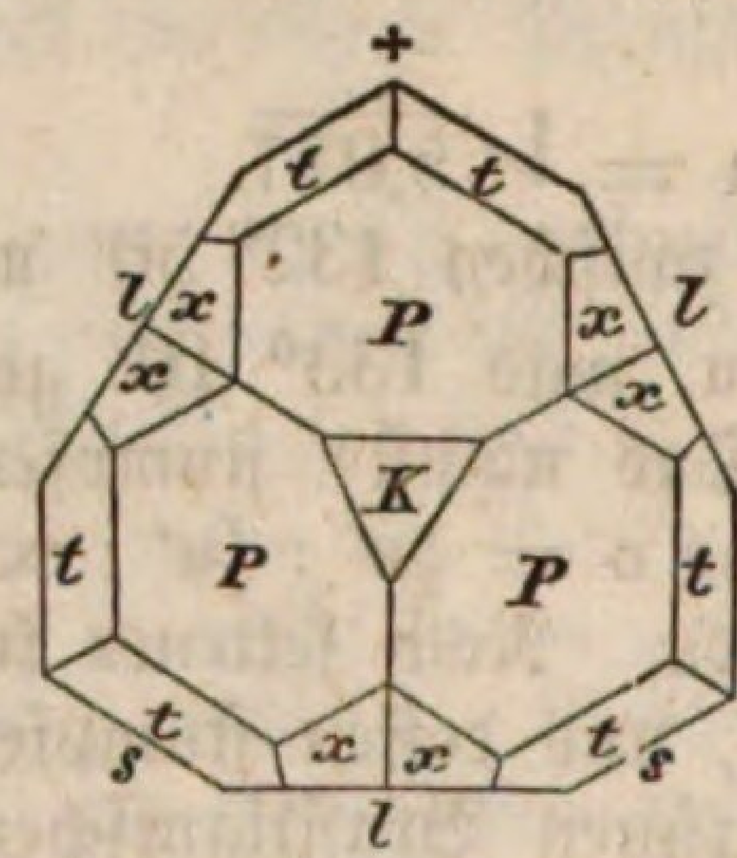
Die Hemiedrie, schon von Hauy erkannt, bildet eine der merkwürdigsten Erscheinungen am Turmalin, und steht ohne Zweifel mit der Pyroelektricität in engstem Zusammenhange. Zunächst wird die 1ste sechsseitige Säule l gern dreiseitig, indem die parallelen fehlen und die 2te Säule nur untergeordnet auftritt. Kommt dazu dann das Hauptrhomboeder, so bildet dasselbe am analogen (—) Ende gleichschenklige Dreiecke, am antilogen (+) symmetrische Trapeze. Einen solchen Krystall beschreibt G. Rose von Ceylon. Häufig kommen schwarze von der gleichen einfachen Form zu Haddam in Connecticut und auf Rhode Island vor. Indeß gilt das Gesetz nicht durchgreifend, wie die kleinen ringsum ausgebildeten Krystalle im Granit am



Sonnenberge bei Andreasberg beweisen. Man hat früher Bergbau darauf getrieben, weil man sie fälschlich für Zinnstein hielt. Hier herrscht nun zwar die 2te sechsseitige Säule s, allein bei vielen sind nur die abwechselnden Kanten durch l abgestumpft, welche in der Deutung der Pole leiten sollten. Aber hier liegt umgekehrt der analoge Pol an dem Ende des drusigen Hauptrhomboeders P, während der antiloge dem flächenreichern Ende mit o und P, wozu öfter auch noch r kommt, angehört. Sobald nun Krystalle diesem ähnlich sind, wie die von Haddam in Connecticut, besonders aber die prachtvollen über Zoll großen von Bovey Tracy in Devonshire, so findet man leicht, unbekümmert um die dreiseitige Säule, das drusige Ende mit P als dasjenige, welches dem negativen Pole entspricht.







Je complicirter die Krystalle, desto auffallender werden häufig die Unterschiede an beiden Enden. Beistehende Horizontalprojektion gehört zu kleinen grünen Krystallen von Chursdorf in Sachsen. Das analoge (—) Ende zeigt vorherrschend die Gradendfläche, welche sogar schon ein anderes Aussehen hat, als die von + Pol a. Die scharfe Ausbildung der dreiseitigen Säule l leitet uns auch hier zur richtigen Beurtheilung der Enden. Hauy meint, daß das flächenreichere Ende stets + sei, und das trifft hier wie oben zu. Fast nur krystallinisch bekannt, aber mit der größten Neigung zum Strahligen und Fasrigen. Härte 7—8, Gewicht 3—3,3. Farblos bis Sammtschwarz, dazwischen allerlei bunte Farben, und selbst an verschiedenen Theilen eines und desselben Krystalls verschieden gefärbt.

Gewisse Turmaline polarisiren das Licht vollkommen, daher die Turmalinzange pag. 106 so wichtig. Mit dem Dichroscop kann man die gut polarisirenden sogleich erkennen, von den gelben und grünen wird das eine Bild ganz dunkel und selbst undurchsichtig, bei farblosen und lichtgefärbten tritt nur eine lichtere Trübung ein, dabei werden die Bilder verschieden farbig. Auffallend ist auch der verschiedene Grad der Durchsichtigkeit schon mit bloßem Auge: quer gegen die Hauptaxe c sind die Krystalle am durchsichtigsten, schief oder parallel der Hauptaxe werden sie trüb. Nimmt man z. B. eine Platte aus der Turmalinzange, und dreht sie während des Durchsehens um die Axe c, so bleibt sie immer gleich durchsichtig, dreht man sie aber um eine Linie senkrecht darauf, wo man dann allmählig nach der Richtung c durchsieht, so wird sie schnell dunkel. Es ist dieß das einfachste Mittel, um sogleich die ungefähre Richtung der optischen Axe zu finden.

Pyroelectricität pag. 124. Turmalin wird zwar auch durch Reiben positiv elektrisch, allein wichtiger als dieß ist die starke polare Electricität des edlen, die bereits viele Physiker beschäftigt hat. Schon Theophrast 50 spricht von einem Lynx, der wie der Bernstein Stroh und kleine Spähne anziehen solle. Ob das Turmalin war? Wenigstens wird er auch feuerfarbig genannt, ganz wie die ersten Ceylanischen beschrieben wurden. Erst die Holländer hießen ihn 1703 Aschentrecker. Lémery (Histoire Acad. roy. scienc. 1717. pag. 7) nennt ihn zwar Magnet, hebt aber die Unterschiede von gewöhnlichem Magnet schon richtig hervor, Linné gab ihm 1747 zuerst den Namen Lapis electricus, und Aepinus (Brewster Pogg. Ann. 2. pag. 297) wies 1756 die Richtigkeit der Linnéischen Benennung durch genauere Versuche nach. Hauy deutete bereits auf den Zusammenhang der Krystallform mit dieser Eigenschaft hin. In neuern Zeiten haben sich Köhler, Hankel und G. Rose (Pogg. Ann. 39. 285, Abh. Berl. Akad. Wiss. 1843. 65) der Untersuchung zugewendet, und im allgemeinen bestätigte sich der Hauysche Satz, daß am flächenreichern Ende sich + Elektricität zeige, am flächenärmern

negative, woraus denn auch hervorgeht, daß die elektrische Axe mit der krystallographischen c zusammenfällt. Uebrigens sind die farbigen, rissefreien, besonders die klaren (von Elba) viel stärker elektrisch, als die schwarzen rissigen. Werner unterschied daher gemeinen und elektrischen Schörl. Nach Hauy ist zwischen 30°—80° R. die Elektricität am stärksten, weiter erhitzt hört alle Elektricität auf, was man leicht wahrnimmt. Natürlich muß, wie schon Bergman und Becquerel gezeigt haben, die Temperatur im Stein sich verändern, also entweder abnehmen oder zunehmen. Bricht man ihn während des Experiments entzwei, so ist jedes Stück gleich wieder polarelektrisch.

Vor dem Löthrohr verhalten sich die Varietäten verschieden: die schwarzen schmelzen leicht an, blähen sich aber zu einer unschmelzbaren Schlacke auf, die farbigen sind streng flüssig und selbst unschmelzbar. Schmilzt man Flußspath mit $\dot{K}a\,\ddot{S}^2$ zusammen, und bedeckt die Oberfläche des Flusses mit Turmalinpulver, so wird beim ersten Zusammenschmelzen die Flamme grün, Reaktion von Borsäure, die in allen sich findet und von 1—8,5 $\ddot{B}$ steigt. Thonerde 31—44 $\ddot{A}l$ und Kieselerde 33—42 $\ddot{S}i$ halten sich meist das Gleichgewicht. Dazu kommt aber ein Gehalt an Eisenoxydoxydul, der bis auf 23,5 $\dot{F}e\,\ddot{F}e$ steigend die Sammtschwarze Farbe erklärt, die Talkerde kann auf 14,9 $\dot{M}g$ steigen, außerdem $\dot{K}$, $\dot{N}a$, $\dot{L}i$, ein Fluorgehalt bis auf 2,5 Fl, der die Glühverluste erklärt. Wägbare Spuren von Phosphorsäure, die mit der Thonerde fällt, und durch Molybdsaures Ammoniak sich leicht nachweisen läßt. Es gibt Turmaline mit 14 verschiedenen Bestandtheilen, daher ist auch wie beim Glimmer eine chemische Deutung lange nicht geglückt. Schon Bergman und Wiegleb haben sich an ihm versucht, aber erst 1818 fand Lampadius die $\ddot{B}$ und 1820 Arfvedson das $\dot{L}i$. Lange gelten die Untersuchungen von Chr. Gmelin 1815—1827 als Muster, und Rammelsberg (Pogg. Ann. 80. 449 und 81. 1) glaubt jetzt, gestützt auf Hundert eigene Analysen von 30 verschiedenen Fundorten, zu Formeln gelangt zu sein. Er fand, daß nach starkem Glühen das feine Turmalinpulver durch Flußsäure vollkommen gelöst werde, was die Analyse wesentlich erleichterte. Freilich konnten nicht alle unter eine Formel gebracht werden, doch richtet sich ihre Zusammensetzung im Ganzen nach den Farben. Nur ein durchgreifendes Gesetz glaubt er zu finden: daß sich nämlich der Sauerstoff der Basen und Borsäure $\dot{R} + \ddot{R} + \ddot{B}$ zum Sauerstoff der $\ddot{S}i$ verhalte $= 4:3$. Doch läßt sich nach den heutigen Theorien der Chemie von dieser Eigenschaft kein Gebrauch bei den Formeln machen. Dana zeigte (Erdmann Journ. prakt. Chem. 45. 290), daß das Atomvolumen durch die Atomenanzahl dividirt bei allen Formeln 44,2 gibt. Anderer Ansicht ist R. Herrmann Erdmann, Journ. prakt. Chem. 55. 451.

Vorkommen. Der edle findet sich im Flußsande der Tropen, ganz nach Art anderer Edelsteine, daher können wir ihn auch von den Edelsteinen nicht gut trennen. Der gemeine bildet oftmals einen untergeordneten Gemengtheil der Granite, Gneuse, Glimmer-, Chlorit- und Talkschiefer, besonders in den Alpen. Dagegen scheint er gänzlich in Augitischen und Vulkangesteinen überhaupt zu fehlen. Ein Versuch sie künstlich darzustellen, wie die andern Edelsteine, ist daher auch noch nicht gelungen.

Nach ihren Farben und Werth zeichnen sich etwa folgende aus:

1. Farblose von St. Pietro auf Elba, im jüngern Ganggranit mit weißem Feldspath, Lithionglimmer, Beryll ꝛc. Die Krystalle haben außerordentlich mannigfaltige Farben, vom Schwarz, durchs Braun, Grün, Blau, Violett ins Roth. Im reflektirten Licht nicht selten anders farbig als im durchfallenden. Sehr auffallend ist die Vertheilung der Farben längs der Säule: man kann an einem Krystalle oft drei- bis viererlei unterscheiden, die entweder wolkig in einander verschwimmen, oder scharf parallel der Gradendfläche absetzen, oft gehen die klarsten plötzlich fast ins Undurchsichtige über. Die klaren hat Herrmann Achroit nennen wollen. Sie haben ein sehr edles Aussehen, doch wirken sie trotz der Klarheit immer deutlich auf das Dichroskop, indem das eine Bild wenigstens dunkeler wird, auch treten dann die verschiedenen Farbenstreifungen deutlicher hervor. Er ist sehr stark elektrisch, schmilzt vor dem Löthrohr nicht, sondern brennt sich nur weiß.

$$(\dot{Na}, \dot{Li}, \dot{K})\ \dddot{Si} + 4\ (\dddot{\bar{Al}}, \dddot{\bar{Mn}})\ (\dddot{Si}, \dddot{B}),\ 7{,}8\ \dddot{B},\ 1{,}2\ \dot{Li}.$$

Sehr verwandt, aber nicht so edel ist

2. der Rubellit, nach seiner rothen Farbe genannt, die er einem Gehalte von Mangan verdankt. Am bekanntesten ist der vom Berge Hradisko bei Rozna, Herrschaft Pernstein in Mähren. Bildet Pyknit-artige Strahlen im Fettquarz mit Lepidolith. Die Strahlen fangen auch hier öfter unten blau an, werden in der Mitte roth, und am obern Ende grün. Zuweilen findet sich ein blauer Kern, der von einer rothen Hülle umgeben wird. Aber die Masse ist trüb mit vielen Quersprüngen, Folge anfangender Verwitterung. Schaitansk im Ural, Paris im Maine ꝛc. haben auch sehr klare geliefert.

3. Der Grüne. Vor allem gehört hierhin der sogenannte Brasilianische Smaragd, der besonders aus der Gegend von Villaricca in großer Menge eingeführt und verarbeitet wird, sein dunkeles Grasgrün, gibt im Dichroskop bei aufrechter Axe ein ganz opakes ord. Bild. Hat neben etwas Mangan schon einen Gehalt von 7 $\dddot{\bar{Fe}}$, aber auch noch Lithion. Trotzdem gibt ihm Rammelsberg die etwas andere Formel

$$(\dot{Na}, \dot{Li}, \dot{K})\ \dddot{Si} + 3\ (\dddot{\bar{Al}}, \dddot{\bar{Fe}}, \dddot{\bar{Mn}})\ (\dddot{Si}, \dddot{B}).$$

Sie schmelzen zwar schwer, blähen sich aber schon stärker auf als die vorigen. Der Lithiongehalt ist auch hier aus dem Vorkommen erklärlich. Bekannt sind die schönen grünen Krystalle von Chesterfield (Massachusets), die einen rothen Kern haben, welchen man herausschlagen kann, und umgekehrt. Ein sehr merkwürdiges Vorkommen bilden die grasgrünen aus dem Dolomit von Campo longo südlich vom St. Gotthardt. Dieselben scheinen fast gar nicht auf das Dichroskop zu wirken.

In Brasilien gibt es auch blaue (Brasilianischer Sapphir). Manche Krystalle sollen sogar längs der Axe gesehen schön purpurroth, und quer sapphirblau aussehen. Am bekanntesten ist der Indicolith, Indigoblau, mit Lithionmineralien auf der Schwedischen Insel Utön vorkommend, daher fand Arfvedson 4,3 Lithionhaltige Alkalien darin.

4. Die Braunen. Dazu scheinen die ersten Ceylanischen gehört zu haben, denn die Curiöse Speculationes sagen, ihre Coleur sei Pomeranzenroth, mit Feuerfarbe erhöht, und gerade so war der Lynx des Theophrast. Zu Turmalinzangen sind es die besten, denn selbst sehr klare

geben im Dichroskop schon ein opakes Bild. Sie finden sich auch sehr ausgezeichnet in den Talk- und Chloritschiefern der Alpen (Zillerthal), worauf schon Müller 1779 aufmerksam machte. Dieselben sehen öfter im reflektirten Licht ganz schwarz und opak aus, indeß gegen das Sonnenlicht gehalten, oder mit dem Dichroskop untersucht bekommt man ein durchsichtiges braunes Bild. Splitter parallel der Axe sehen schmutzig Bouteillengrün aus, ein auffallender Dichroismus, und da die Stücke sehr bröckeln, so kann man sich davon leicht überzeugen. Rammelsberg fand in diesen 11 $\dot{M}g$, und nennt sie daher

Magnesia-Turmalin $= \dot{M}g^3 \ddot{S}i^2 + 3 \ddot{A}l (\ddot{S}i, \ddot{B})$.

Der Talkgehalt ließe sich leicht aus der umgebenden Gebirgsmasse erklären. Auch die Nordamerikanischen braunen gehören hierhin, einer von Gouverneur (New-York) mit Strahlstein vorkommend hatte sogar gegen 15 $\dot{M}g$.

5. Der gemeine Schörl, Sammtschwarz, nur in den dünnsten Splittern noch an den Kanten durchscheinend, leicht schmelzend und sich dabei wurmförmig krümmend, doch wird die Schlacke wie beim Epidot schnell hart. Rammelsberg gibt ihm zweierlei Formeln: einen

Magnesia-Eisen-Turmalin $= \dot{M}g^3 \ddot{S}i^2 + 4 (\ddot{A}l, \ddot{F}e) (\ddot{S}i, \ddot{B})$,

zu ihm gehört besonders der Grönländische im Glimmerschiefer, von Havredal bei Krageroe, Haddam &c.; einen

Eisen-Turmalin $= \dot{F}e^3 \ddot{S}i^2 + 6 (\ddot{A}l, \ddot{F}e) (\ddot{S}i, \ddot{B})$,

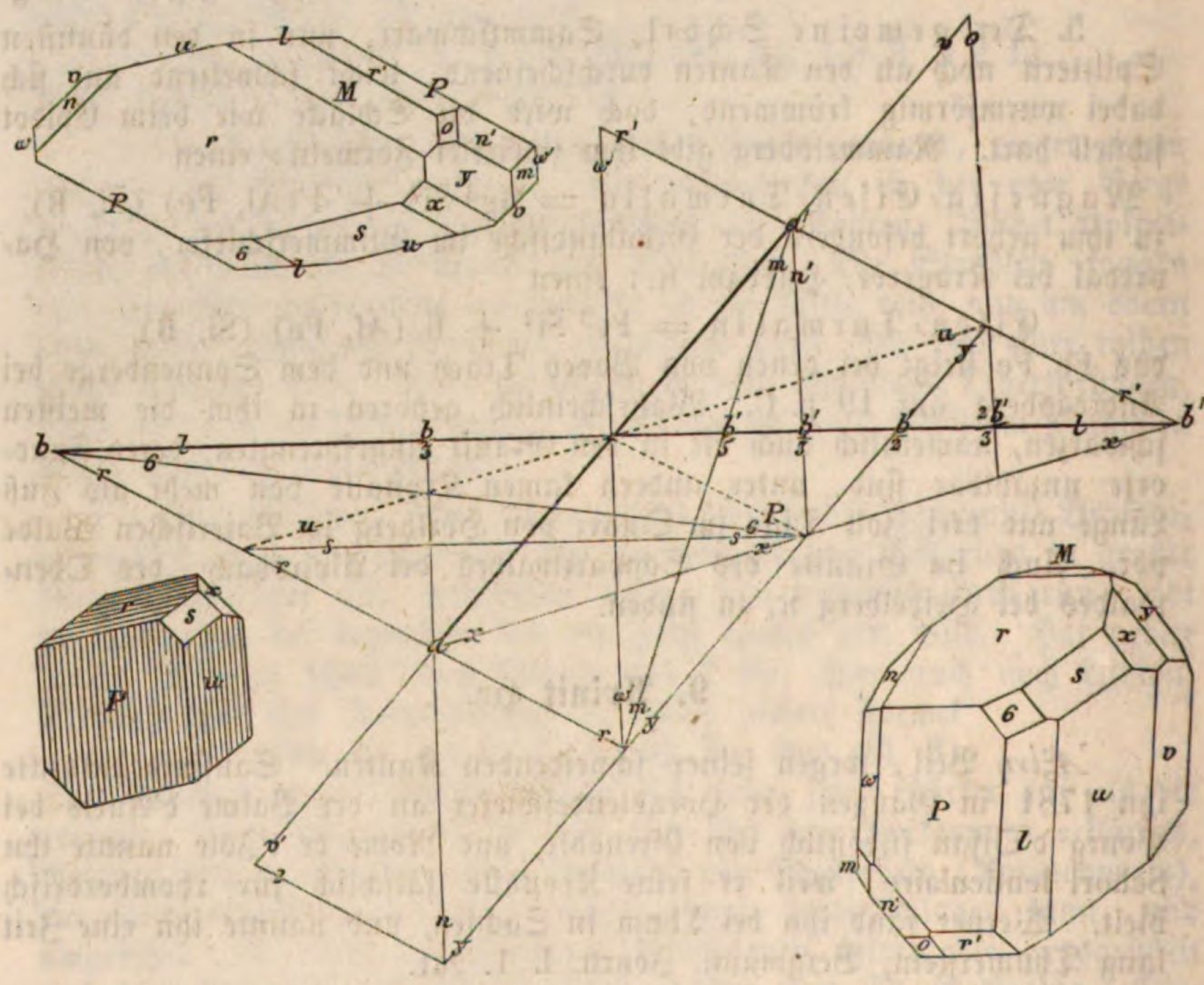
das $\dot{F}e\ \ddot{F}e$ steigt bei denen von Bovey Tracy und dem Sonnenberge bei Andreasberg auf 19 p. C. Wahrscheinlich gehören zu ihm die meisten schwarzen, namentlich auch die in den Granit eingesprengten, deren Fundorte unzählbar sind, unter andern kamen Krystalle von mehr als Fuß Länge und drei Zoll Dicke im Quarz von Hörlberg im Baierischen Walde vor. Auch im Granite des Schwarzwaldes bei Alpirsbach, des Odenwaldes bei Heidelberg &c. zu finden.

9. Axinit Hy.

Ἀξίνη Beil, wegen seiner schneidenden Kanten. Saussure entdeckte ihn 1781 in Gängen der Hornblendeschiefer an der Balme d'Auris bei Bourg d'Oisan südöstlich von Grenoble, und Romé de l'Isle nannte ihn Schorl lenticulaire, weil er seine Krystalle fälschlich für rhomboedrisch hielt. Werner fand ihn bei Thum in Sachsen, und nannte ihn eine Zeit lang Thumerstein, Bergmänn. Journ. I. 1. 261.

Eingliedriges Krystallsystem, verwandt mit dem des Kupfervitriols. Neumann (Poggend. Ann. IV. 63) hat es zwar versucht, das verwickelte System auf rechtwinklige Axen zurückzuführen, allein für die gemeine Vorstellung scheint es bequemer, die Flächen blos nach ihrem Zonenverhältniß aufzufassen. Darnach haben wir eine rhomboidische Säule P/u von 135° 24′, beide Flächen sind (stark) gestreift parallel ihrer Kante, was vortrefflich zur Orientirung dient. Auch ist ihre scharfe Kante durch einen blättrigen Bruch abgestumpft, mit P ungefähr 103° machend. Derselbe gibt durch einen innern Lichtschein sich deutlich zu erkennen. Die Doppeltschiefendfläche r ist parallel der Kante P/r gestreift, Winkel r/P = 134° 48′, und r/u = 115° 39′. Dieses eingliedrige Heraid Pur bildet

die vorherrschenden Flächen, und da die stumpfe Kante P/r niemals, die u/r aber immer durch eine sehr glänzende ungestreifte Fläche s abgestumpft ist, so erleichtert das die Erkennung der Krystalle außerordentlich. Häufig findet sich auch noch x, welche die scharfe Kante P/s sehr schief abstumpft. Ueber die Stellung sind die Schriftsteller nicht in Uebereinstimmung. Folgen wir Naumann, so bilden P/u die Säule, was deshalb praktisch ist, weil beide die gleiche Streifung haben. Nehmen wir dazu die Einzelflächen r und x, so können wir von dem eingliedrigen Oktaid P u r x ausgehen. Zu diesen sind zwar die drei zugehörigen Heraidflächen M v s vorhanden, Naumann nimmt aber nur M und v als Arenebenen, zur dritten wählt er die Dodekaidfläche l. Projiciren wir nun das System auf M, so steht M auf P senkrecht, denn M/P = 90° 5′ und M/u =



97° 46′. Zur Anlegung der Figur müssen wir noch P/l = 151° und v/u = 147° kennen, dann ziehen wir die Sektionslinien P/u 135° gegen einander, machen P/l = 151° und u/v = 147°. Nehmen wir nun einen beliebigen Arenpunkt b an, und ziehen dadurch r parallel P, so bestimmt die Linie die Länge von a. Wir haben dann die Sektionslinie v als Are der a, und l als Are der b gewählt. Folglich P = a : b : ∞c; u = a : b′ : ∞c; r = a : b : c; x = a : b′ : c; M = c : ∞a : ∞b die Projektionsebene; v = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Kante deutlich ab, und fällt zugleich in die Zone r/x. Die ausgezeichnet glänzende s = $\frac{a}{2}$: c : ∞b, denn sie liegt in r/u und P/x; l = a : ∞b : ∞c fällt in M/s und stumpft die stumpfe

Säulenkante P/u ab, ist aber gewöhnlich durch viele Längsstreifen entstellt, Phillips gibt daher in ihrer Region allein fünf verschiedene Abstumpfungsflächen an:

$$y = \tfrac{1}{2}b' : c : \infty a \text{ in Zone } x|s \text{ und } M/v;$$
$$w = a : \tfrac{1}{3}b : \infty c \text{ in Zone } P/u \text{ und } y/r;$$
$$n = a : \tfrac{1}{3}b : c \text{ in Zone } M/w \text{ und } v/r;$$
$$o = 2a' : \tfrac{2}{3}b' : c \text{ in Zone } M/w \text{ und } u/y;$$
$$r' = a' : b' : c \text{ in Zone } P/r \text{ und } l/x;$$
$$n' = \frac{b'}{3} : c : a' \text{ in Zone } v/r' \text{ und } P/s;$$
$$m = a' : \frac{b'}{5} : c \text{ in Zone } v/r' \text{ und } y/r;$$
$$\sigma = b : \frac{a}{3} : c \text{ in Zone } P/s \text{ und } l/r;$$
$$z = 2a : 2b : c \text{ in Zone } P/r \text{ und } n/y.$$

Die Axen sind ganz willkührlich gewählt, wie man sogleich aus der Projektion sieht, das Wesen ist blos der Zonenzusammenhang. Man würde viel besser die w als die Axen der a nehmen.

Neumann hat sogar vorgeschlagen, dem Systeme rechtwinklige Axen unterzulegen. Denn da P/M nur 5′ vom rechten Winkel abweicht, so nimmt er denselben rechtwinklig. Wählt man nun die Säulenkante P/u als Axe c; die Senkrechte auf P als Axe b: so wird, a senkrecht gegen b und c gedacht,

$P = b : \infty a : \infty c$, $u = a : b' : \infty c$, $M = a : c : \infty b$ und $y = \tfrac{1}{8}a' : \tfrac{1}{2}b : c$. Aus P u y M kann ich aber leicht deduciren, denn v x r′ sind die zugehörigen Dodekaidflächen ꝛc. $a : b : c = \sqrt{51} : \sqrt{49} : 1$. Die Flächen werden dann $v = \tfrac{1}{9}a : \tfrac{1}{2}b' : \infty c$; $w = \tfrac{1}{9}a : \tfrac{1}{5}b : \infty c$; $l = \tfrac{1}{9}a : \tfrac{1}{16}b' : \infty c$, $r = a : \tfrac{1}{7}b : c$; $r' = a : \tfrac{1}{7}b' : c$, $o = \tfrac{1}{7}a' : \tfrac{1}{5}b' : \tfrac{1}{2}c$, $n' = \tfrac{1}{8}a' : \tfrac{1}{5}b' : c$, $x = \tfrac{1}{8}a' : \tfrac{1}{9}b : c$, $s = \tfrac{1}{8}a' : \tfrac{1}{16}b : c$, $\sigma = \tfrac{1}{8}a' : \tfrac{1}{23}b : c$, $n = \tfrac{1}{10}a : \tfrac{1}{5}b : c$, $m = \tfrac{1}{17}a' : \tfrac{1}{5}b' : c$.

Fast Quarzhärte, Gew. 3,2. Rauchgrau bis Violblau, die Alpinischen oft zufällig durch Chlorit gefärbt. Die Dauphinéer zeigen einen ziemlich deutlichen Trichroismus: stellt man die scharfe Säulenkante P/u aufrecht, und hält dieses Prisma schief gegen das Licht, damit das abgelenkte Licht gerade ins Auge falle, so ist der Krystall bis zur Kante r/u hin schön violblau; stellt man dagegen die scharfe Kante P/r aufrecht, so ist bis zur Kante r/u kein Violblau zu finden. Das Dichroskop gibt ein prachtvolles violettes Bild, parallel mit Kante P/r schwingend, besonders senkrecht gegen Fläche r gerichtet. Auch die optische Mittellinie soll senkrecht gegen r stehen.

Pyroelektrisch, aber nicht sonderlich stark, und merkwürdiger Weise mit zweierlei Axen; die an beiden Enden antiloge Axe (+) geht von n zu n (stumpfe Ecke), die analoge (—) trifft in die scharfe Ecke des Krystalls, etwa wo u und x mit dem hintern P zusammen stoßen.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht unter Aufblähen zu einem dunkelgrünen Glase, das in der äußern Flamme durch $\dot{M}n$ schwarz wird. Die geschmolzene Masse wird durch Salzsäure zersetzt, wobei sich $\dddot{S}i$ gallert-

artig ausscheidet. Zeigt deutlich Reaktion auf Borsäure 5 $\dddot{B}$. Rammelsberg gibt ihm die zweifelhafte Formel

$$(\dot{C}a, \dot{M}g)^3 (\dddot{S}i, \dddot{B})^2 + 2 (\dddot{A}l, \ddot{\bar{F}}e, \ddot{\bar{M}}n) (\dddot{S}i, \dddot{B}).$$

In den Alpen sehr verbreitet besonders mit Bergkrystall, Adular ꝛc. Die schönsten brechen zu Oisans mit den Zwillingen von Bergkrystall, Epidot und Prehnit. In Sachsen und auf dem Harze finden wir sie auch in derben krystallinischen Massen, die mit Prehnit Gänge im Grünstein bilden.

VII. Zeolithe.

Cronstedt erkannte sie schon 1756 (Abh. Schwed. Akad. der Wiss.), nannte sie von ζέω sieden, weil sie für sich leicht unter Aufschäumen zu einem Glase schmelzen, das aber wegen der Menge von Luftblasen schwer zur Klarheit zu bringen ist. Sie zeigen dabei eine eigenthümliche Phosphorescenz. Eine Feldspathartige Zusammensetzung aber mit Wasser, dessen Entweichen jedoch nicht die Veranlassung zum Schäumen sein soll (Berzelius), wie die ältern Mineralogen annehmen (Hoffmann Miner. II. a. pag. 245). Von Salzsäure werden sie vollkommen zersetzt, wobei sich die Kieselerde als Gallerte oder schleimiges Pulver ausscheidet, was ihre Untersuchung auf nassem Wege sehr erleichtert. Unverwitterte Krystalle besitzen Edelsteinartige Klarheit, allein es tritt leicht eine Trübung ein, wahrscheinlich in Folge eines kleinen Wasserverlustes, und dann werden sie schneeweiß. Ueberhaupt scheint ihre Masse zur Aufnahme von Farbestoffen im höchsten Grade ungeeignet: denn wenn z. B. Eisenfärbung vorkommt, so sieht man nicht selten, wie diese die Substanz nur stellenweis durchtünchen konnte, und wenn der Krystall sich weiter von seiner durch Farbe getrübten Basis entfernt, so kann er an seinem Oberende wieder ganz Wasserklar werden. Leider sind die Krystalle selten groß, auch übersteigen sie gewöhnlich nicht einmal die Glashärte, doch sind sie entschieden härter als Kalkspath. Sie gehören zu den leichtesten Steinen, denn sie bleiben wegen ihres Wassergehalts um das 2fache herum. Daher nannte sie Mohs Kuphonspathe (κοῦφος leicht). Die ältern Vulkanheerde, vor allem die Höhlen der Mandelsteine und Basalte, bilden ihre Hauptfundstätte. Von Island erhielt sie schon Cronstedt, nicht minder berühmt die Faröer Inseln nördlich Schottland, in Deutschland Oberstein an der Nahe und das Fassathal in Südtyrol. Bemerkenswerth das Vorkommen auf den Silbererzgängen von Andreasberg, wo sie selbst bis auf die größten Teufen des Samson hinabgehen. Wegen ihres Wassergehaltes wird man sehr versucht, sie für secundäre Bildungen auf n a s s e m Wege zu halten, zumal da sie gern in verwittertem Gebirge liegen, dem durch langjährige Auslaugung Stoffe mittelst Wasser entzogen sind, wie aus der Art des zerfallenden Tuff- und Wackengesteins deutlich hervorleuchtet. Auch Bischof hat dieß mehrfach zu begründen gesucht. Dagegen behauptet Bunsen (Leonhard's Jahrb. 1851. pag. 861), daß den Zeolithbildungen Islands weder rein neptunische, noch rein plutonische Vorgänge zu Grunde liegen. Vielmehr erlitten rein plutonische Gesteine von überbasischer (augitischer) Zusammensetzung eine neptunische Metamorphose zu

Palagonit*) und palagonitischen Tuffen. Diese wurden nun abermals von Feuergesteinen durchbrochen, und dadurch in zeolithische Mandelsteine verändert. Räthselhaft scheint es dabei, wie Hydrate sich bei so hoher Temperatur bilden konnten. Allein Bunsen glaubt auch das Räthsel lösen zu können: Läßt man nämlich 0,2 Theile $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}$, 1 Theil $\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$ und 9 Aetzkali in einer Silberschale eine Zeit lang roth glühen und dann langsam erkalten, so findet sich darin nach dem Auflösen im Wasser ein Netzwerk von 4—5‴ langen Krystallnadeln eines wasserhaltigen Silicats $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3\,\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^2 + \mathrm{Aq}$, das in der Glühhitze entstand und sich erhielt, das aber nach dem Abscheiden aus seiner Umgebung schon bei 109° vier Fünftel seines Wassers abgibt, und noch unter der Glühhitze alles Wasser wieder verliert.

1. Faserzeolith Wr.

Weil die excentrischen Strahlen sich zu den feinsten Fasern zertheilen. Auch schlechthin Zeolith genannt, weil er als der gewöhnlichste zuerst die Aufmerksamkeit Cronstedt's auf sich zog. Er kommt meist in excentrisch strahligen Massen vor, die an ihrem schmalen Ende ganz dicht werden, und bei Verwitterung zu Mehl zerfallen, daher Mehlzeolith Wr. Die freien Krystallnadeln hieß Werner Nadelzeolith, Hauy Mesotyp (Mittelgestalt), weil er in denselben die quadratische Säule mit Gradendfläche als Kernform nahm, die zwischen dem Würfel des Analcims und der Oblongsäule des Strahlzeoliths gleichsam mitten inne steht. Nach ihm wäre also das

Krystallsystem 4gliedrig, und zwar meist eine einfache quadratische wenig blättrige Säule s mit oktaedrischer Endigung o. Später fand



Gehlen, daß die Säule nicht quadratisch, sondern zweigliedrig und ein wenig geschoben sei 91° (vorn), daraus folgen für das Oktaeder ebenfalls 2 + 2 Endkanten, die nach Haidingers Messungen über der stumpfen Säulenkante 143° 20′ und über der scharfen 142° 40′ betragen, gibt die Axen

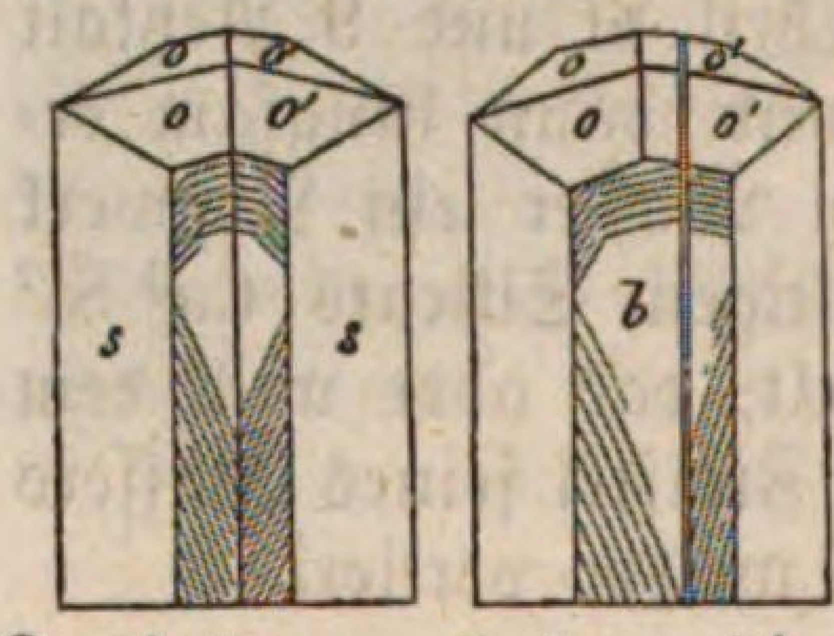
$$a : b = 2{,}79214 : 2{,}84108.$$

Zu diesem Systeme scheinen die Federkieldicken Krystalle aus der Auvergne, von Aussig und Hohentwiel ꝛc. zu gehören. Ihre scharfe Säulenkante ist gewöhnlich nicht abgestumpft, auch kennt man sie nicht als Zwillinge. Merkwürdiger Weise scheinen damit die klaren Nadeln von Beresiord auf Island nicht zu stimmen, welche Fuchs als Scolezit und Mesolith getrennt hat. G. Rose zeigt (Pogg. Ann. 28. 424), daß hier die seitlichen Endkanten 143° 29′ nur noch einander gleich bleiben, die vordere

*) So nannte Sartorius von Waltershausen eine amorphe braune Substanz von Palagonia im Val di Noto am Aetna, die Bunsen auch auf Island wieder fand (Ann. Chem. und Pharm. 61 265). Die leicht zersprengbare Masse hat fast Glashärte, 2,43 Gew., und besteht aus $3\,\dot{\mathrm{R}} + 2\,\dddot{\mathrm{R}} + 4\,\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{i} + 9\,\dot{\mathrm{H}} = 37{,}42\,\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, $14{,}16\,\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, $11{,}17\,\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$, $8{,}76\,\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}$, $6{,}04\,\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}$, $17{,}15\,\dot{\mathrm{H}}$, 4,12 unlöslicher Rückstand, woraus man die Formel des Scapolith's mit Wasser, nämlich $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}^3\,\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^2 + 2\,\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}\,\dddot{\mathrm{S}}\mathrm{i} + 9\,\dot{\mathrm{H}}$ konstruiren kann. Die vulkanischen (augitischen) Tuffe sollen oft von dieser Substanz durchdrungen sein.

Endkante o/o 144° 40′ sich dagegen von der hintern 144° 20′ um 20′ unterscheidet. Der vordere Säulenwinkel 91° 35′. Wir hätten also ein 2 + 1gl. System vorn mit einem stumpfen Winkel 90° 54′ der Axe c gegen a, und

$$a : b = 2,87 : 2,95.$$



Die scharfe Säulenkante ist gewöhnlich stark abgestumpft durch b : ∞a : ∞c, und auf dieser Abstumpfungsfläche gewahrt man öfter eine zarte Längslinie in der Richtung von c, welche eine Zwillingsgränze andeutet. Es ist das Gesetz der Karlsbader Feldspathzwillinge pag. 183: die beiden Individuen haben die Säule gemein und liegen umgekehrt. Geht die Zwillingsgränze genau durch die seitlichen Endkanten des Oktaeders, dann wird eine förmliche 2 + 2gliedrige Ordnung hergestellt, indem das eine Individuum seine Vorderseite hinlegt, wo das andere seine hintere hat. Oefter geht aber die Zwillingsgränze über die Fläche weg, und dann sieht man in der Zone der seitlichen Endkanten auf dem hintern Paare einen ausspringenden Winkel von 178° 28′, am gegenüberliegenden Ende müßte der gleiche Winkel einspringen, allein dieß ist immer angewachsen. Umgekehrt ist die Sache am vordern Paare, hier wird oben der Winkel einspringend. Die Abstumpfungsfläche b zeigt häufig am abgebrochenen Ende der Krystalle eine federartige Streifung, welche beiderseits von der Zwillingslinie ausgeht und sich in scharfem Winkel nach oben kehrt. Davon muß man ein zweites viel schwerer sichtbares System von Federstreifen unterscheiden, was oben am auskrystallisirten Ende beginnt und den vordern Endkanten der Oktaeder parallel geht. Der blättrige Bruch der Säule nicht ausgezeichnet. Spec. Gew. 2,2; Härte 5. Glasglanz auf dem kleinmuscheligen Bruch sich etwas ins Fette neigend. In den Basalten finden sich die Krystalle bis zu den feinsten Nadeln, welche meistens aus einer dichten Masse von Glaskopfstruktur entspringen.

Pyroelectrisch. Schon Hauy fand, daß das freie Krystallende Glas- und das aufgewachsene Harzelektricität nach gelindem Erwärmen zeige, aber nicht bei allen Krystallen. Rieß und Rose (Abh. Berl. Ak. Wiss. 1843. pag. 75) zeigen, daß nur die Zwillinge (Scolezit) elektrisch werden, und zwar antilog am freien, analog am verwachsenen Ende.

Die chemische Zusammensetzung variirt zwar außerordentlich, doch sind sie im Wesentlichen Labrador mit Wasser. Kleine Abweichungen in der Form und Analyse haben zu vielen Zersplitterungen und lokalen Benennungen geführt.

a) Natrolith Klaproth Beitr. 5. 44 (vorzugsweise Mesotyp genannt) $\dot{N}a\,\ddot{S}i + \ddot{A}l\,\ddot{S}i + 2\,\dot{\bar{H}}$, 47,2 $\ddot{S}i$, 25,6 $\ddot{A}l$, 16,1 $\dot{N}a$, 8,9 $\dot{\bar{H}}$, 1,3 $\ddot{\bar{F}}e$, zuweilen ersetzt ein wenig $\dot{C}a$ das $\dot{N}a$. Er schmilzt ruhig zu einem Glase, ohne sich dabei aufzublähen, und bildet mit Salzsäure nach etwa 24 Stunden eine steife Gallerte. Vor allem bekannt sind die isabell-gelben daumendicken Platten, welche den unreinen Klingstein des Hohentwiel am Bodensee vielfach durchschwärmen. Die Platten zeigen ausgezeichnete Glaskopfstruktur mit fein concentrischer Streifung und excentrischer Faserung, zerspringen daher zu keilförmigen Stücken. Da sie eine gute Politur

annehmen, so sind sie zur Täfelung von Zimmern im Königl. Schloß zu Stuttgart benutzt. Die Anwendung ist aber nur vereinzelt, wie einst Friedrich der Große seine besondere Freude am Schlesischen Chrysopras hatte, so der König Friedrich an diesem württembergischen Produkte. Schon im vorigen Jahrhundert erregten sie die Aufmerksamkeit (Bergm. Journ. 1792. VI. 1. 189).

Der Brevicit von Brevig; der Bergmannit von Laurvig und Fredrikswärn, der Spreustein und Radiolith, sämmtlich in den dortigen Zirkonsieniten von Südnorwegen strahlige Massen bildend, scheinen nach den neuern Analysen vollkommen mit Natrolith zu stimmen. Von Brevicit zeichnet G. Rose Krystalle von $1\frac{1}{2}''$ Länge und $\frac{1}{2}''$ Dicke mit den Oktaedern a : b : c und a : $\frac{1}{3}$b : c, deren Winkel gut stimmen.

b) Scolezit Fuchs, σκωληκίτης wurmähnlich, weil er vor dem Schmelzen sich ziemlich bläht. Ein Kalkmesotyp $\dot{C}a\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i + 3\,\dot{H}$, was durch einen kleinen Versuch mit Oxalsäure leicht nachzuweisen ist. Ein kleiner Natrongehalt zeigt sich durch kleine Würfel von N€l, welche sich nach einiger Zeit in der Gallerte der Lösung finden. Nur dieser soll pyroelektrisch und 2 + 1gliedrig sein, was im höchsten Grade auffällt. Schneeweiße ercentrisch-strahlige Massen füllen besonders die Mandeln der vulkanischen Gesteine von Island und der Faröer-Inseln. Wo die Strahlen fein schneeweiß beginnen, zeigt sich die negative Elektricität, aber erst dann, wenn sie etwas dicker und getrennter werden. Die dichte Masse ist vollkommen unelektrisch. Je weiter die Strahlen zum positiven Ende fortlaufen, desto dicker werden sie, sie verlieren an Schneefarbe, und endigen nicht selten wasserhell. Brooke's Poonahlit von Poonah in Ostindien, Thomson's Antrimolith aus den Basalten der Grafschaft Antrim haben wenigstens ein ähnliches Aussehen und sind vorherrschend kalkig.

c) Mesolith Fuchs Schweigger's Journ. Chem. XVIII. steht chemisch zwischen Natrolith und Scolezit mitten inne, denn der aus dem Basalt von Hauenstein in Böhmen hat 7,1 $\dot{C}a$ und 7,7 $\dot{N}a$. Berzelius Mesole von den Faröer-Inseln und andere zeigen ebenfalls diese zwei Basen, welche sich in den verschiedensten Verhältnissen gegen einander vertreten.

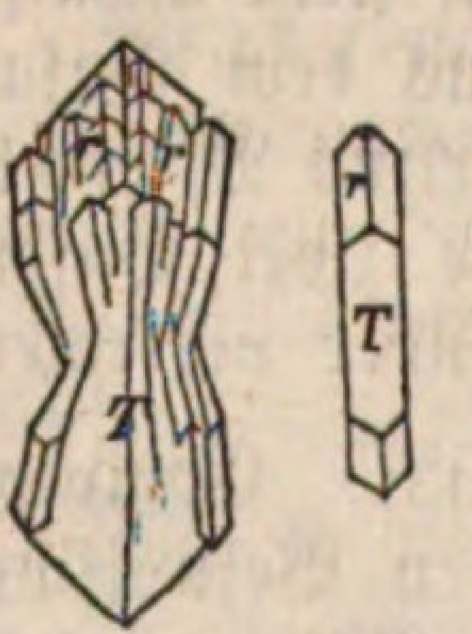
d) Comptonit Brewster Edinburg. phil. Journ. IV. 131. Compton brachte ihn 1817 nach England, er fand sich in Höhlen Vesuvischer Mandelsteine und scheint dem von Seeberg bei Kaden in Böhmen sehr ähnlich. Letzterer, in deutschen Sammlungen sehr verbreitet, bildet 1—2''' lange Oblongsäulen mit Gradendfläche, die häufig etwas bauchig wird. Die schmale Fläche der Oblongsäule glatt und schön, die breite aber garbenförmig aufgeblättert, ihr entspricht ein nicht sonderlich deutlicher Blätterbruch. Die Kanten der Oblongsäule durch eine rhombische Säule von 90° 40' abgestumpft. Vor dem Löthrohr blättert er sich stark auf, und enthält 12 $\dot{C}a$ neben 6,5 $\dot{N}a$. Einstimmig wird der Thomsonit, welchen Brooke in den schönsten faserzeolithischen Varietäten im Mandelstein der Kilpatrikhügel bei Dumbarton im südwestlichen Schottland fand, für das gleiche Mineral gehalten.

2. Strahlzeolith.

Die excentrischen Strahlen haben einen ausgezeichneten Längsblätterbruch, bleiben breiter und werden daher nicht so fasrig, als der vorige. 2 + 2gliedrig, mit ausgezeichnetem Blätterbruch, der sich in den derben krystallinischen Varietäten zum strahligen neigt, was der eigentliche Blätterzeolith, mit dem er so oft verwechselt wird, nicht thut. Hauy nannte ihn dodekaedrischen Stilbit (στίλβος glänzend), weil das 2gliedrige Dodekaeder vorherrscht: denkt man sich nämlich das Granatoeder nach einer seiner drei rechtwinkligen Säulen in die Länge gezogen und breit tafelartig werdend, so hat man die richtige Vorstellung der gewöhnlichsten unter den Krystallen. Die Oblongsäule wird oft ganz dünnblättrig und hat stets auf der breiten Fläche ihren deutlichen Blätterbruch M mit starkem Perlmutterglanz, die schmale Fläche T mit Glasglanz blättert sich garbenförmig auf, einzelne Krystalle, namentlich auf den Erzgängen von Andreasberg, in den Mandelsteinen von Island ꝛc., gleichen dann Bündeln, worauf der Breithaupt'sche Name Desmin (δεσμίς Bündel) anspielt. Wenn die Krystalle (durch Wasserverlust?) matt werden, so beginnt die Mattigkeit vom Blätterbruch aus, denn bei den Andreasbergern sieht man auf der Mitte der schmalen Oblongsäulenfläche T einen dunkeln glasigen Streifen, der seine Durchsichtigkeit noch bewahrt hat. Auch vor dem Löthrohr geschieht das Blättern immer garbenförmig, wobei der Blätterbruch unverkennbar eine Rolle spielt. Trotz der dicken Köpfe kann man am Oberende der Säule immer noch das Oktaeder r erkennen, die seitlichen Endkanten messen 114°, die andern über dem blättrigen Bruche 119° 15′ (nicht wesentlich vom Granatoederwinkel verschieden) nach Brooke Edinb. Phil. Journ. VI. 114. Das gäbe die Axen

$$a : b = 1{,}2285 : 1{,}3232\ ^{*)}.$$

Oftmals findet sich die Gradendfläche c : ∞a : ∞b, dagegen die Säulenflächen a : b : ∞c (94° 15′) äußerst selten. Auffallender Weise beschreibt



sie Dufrénoy (Traité Minéral. III. pag. 433) fast beständig. Flußspathhärte 4, also entschieden weicher als der Faserzeolith, dagegen ebenfalls so schwer, Gew. 2,2. Vor dem Löthrohr blättert er sich stark auf, krümmt sich wurmförmig und viel stärker als Scolezit. Berzelius gibt ihm die Formel

$$\dot{C}a\,\dddot{S}i + \ddot{A}l\,\dddot{S}i^3 + 6\,\dot{H},$$

was etwa 60 $\dddot{S}i$, 17 $\ddot{A}l$, 9 $\dot{C}a$, 17 $\dot{H}$ gäbe. In Salzsäure wird die $\dddot{S}i$ als schleimiges Pulver ausgeschieden. Mit Faserzeolith zusammen. Ungewöhnlich ist ein Vorkommen auf Bergkrystall mit Chlorit auf dem St. Gotthardt.

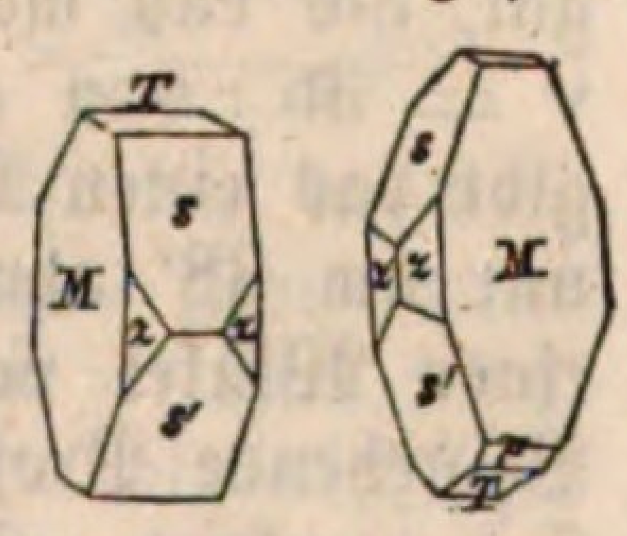
---

*) Es gelten diese Axen nur annäherungsweise, denn Brooke maß T/r = 120° 30′, den die Rechnung 120° 22′ gibt. Ja Köhler (Pogg. Ann. 37. 572) gibt umgekehrt die Endkante über dem Blätterbruch M 116° und über der schmalen T 119° 15′ an Krystallen von den Faröer Inseln. Dieser Irrthum ist um so auffallender, als Köhler darauf Analogien mit dem Kreuzstein stützt. Schon Hauy gab den Winkel über M (123° 32′) größer als über T (112° 14′), und allerdings kann man den Unterschied durch einen aus Papier geschnittenen Winkel auf den Flächen M und T nachweisen. Man findet den ebenen Winkel oben unter der Endkante auf der breiten M etwas größer als auf der schmalen.

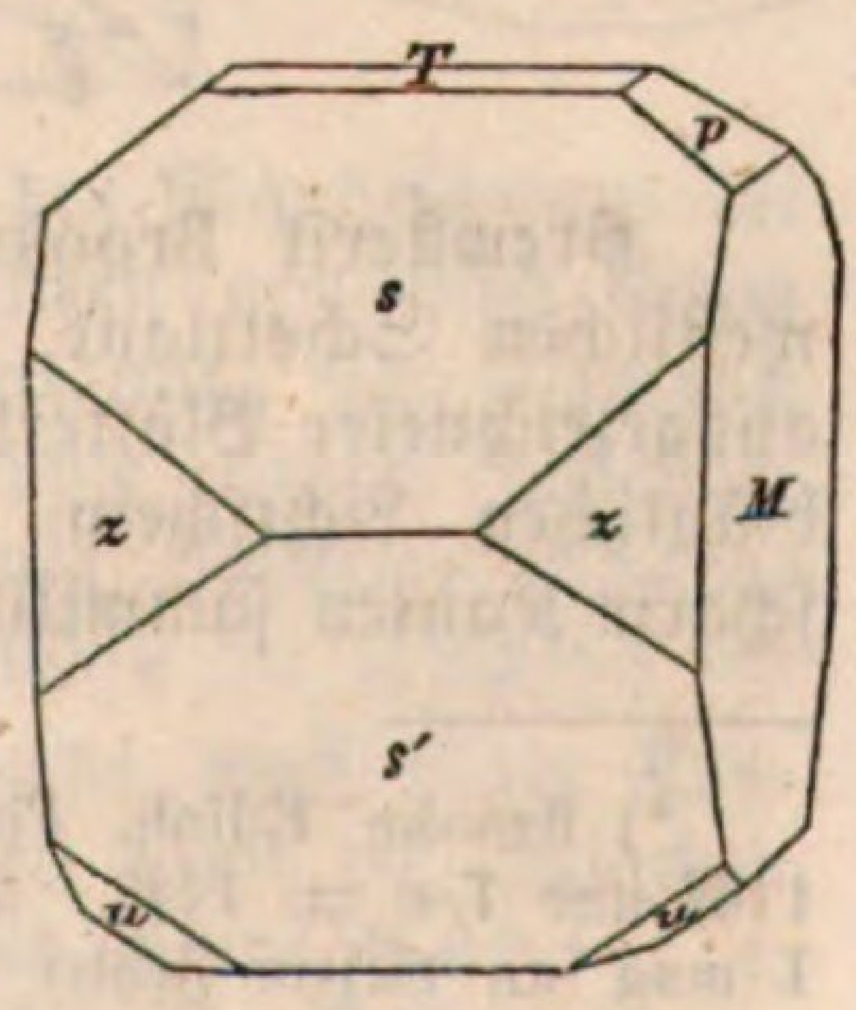
3. Blätterzeolith Wr.

Noch stärker blättrig als Strahlzeolith, gruppirt sich aber nur körnig, was ihn leicht unterscheiden läßt. Man wird durch den ausgezeichneten Perlmutterglanz an Glimmer erinnert, Werner konnte daher keinen bessern Namen wählen. Man hat ihn deshalb auch wohl Euzeolith, Eustilbit genannt, was wenigstens mehr bezeichnet als der Englische Heulandit (Brooke Edinb. Phil. Journ. VI. 113). Hauy nannte ihn Stilbite anamorphique rc., und wegen des stärksten Perlmutterglanzes, der überhaupt bei Zeolithen vorkommt, hat man sich in Deutschland daran gewöhnt, ihn vorzugsweise Stilbit (Glänzer) zu nennen (G. Rose, Naumann, Hausmann), während man in Frankreich und England umgekehrt den Strahlzeolith so heißt (Dufrénoy, Phillips). Diese Namenverwirrung ist um so störender, je näher sich beide chemisch und physikalisch stehen.

Hauy beschreibt ihn 2 + 2gliedrig: Die geschobene Säule s/s′ mit Glasglanz mißt 130⁰ in der vordern stumpfen Kante; die Gradendfläche M der Hauptblätterbruch; die vordere stumpfe Ecke durch ein Paar z abgestumpft, welche den blättrigen Bruch unter 112⁰ 15′ schneiden; die scharfe Säulenkante durch T abgestumpft. Diese einfachen Krystalle mit s M T z kommen nach der Säule s langgezogen ausgezeichnet auf den Andreasberger Erzgängen vor. Die bekannten ziegelrothen vom Fassathal sind tafelartig, da sich der blättrige Bruch sehr ausdehnt, allein es gesellt sich noch ein drittes Paar p dazu, welches mit z und s parallele Kanten bildet. Daher sind s z p drei zugehörige Paare s = a : b : ∞c, z = a : c : ∞b und p = b : c : ∞a ein zweigliedriges Dodekaeder, an welchem M und T je eine oktaedrische Ecke in c und b abstumpfen, nur die Ecke a zeigt sich nie abgestumpft.



So weit wäre die Ordnung der Flächen durchaus zweigliedrig. Nun kommt aber bei Isländischen Exemplaren eine Fläche u = c : ½b : a vor, sie stumpft die Kante p/s ab, und läßt sich zuweilen auch deutlich durch die Zone T/z verfolgen. Diese Fläche kommt an vielen Tausenden von Exemplaren an einem Ende stets nur zwei statt vier Mal vor, und zwar wenn vorn links, so rechts hinten, das ist entschieden 2 + 1gliedrige Ordnung. Scharfe Messungen haben dieß nun auch bestätigt: T stumpft nicht die scharfe Kante s/s′ gerade ab, sondern schneidet s unter 119½⁰ und s′ unter 109⁰. Eben so wenig bildet z ein gleichschenkliges auf die stumpfe Säulenkante gerade aufgesetztes Dreieck, sondern die beiden Schenkel sind etwas verschieden, weil der Kantenwinkel mit s (148⁰) etwas anders ist als mit s′ (146⁰ 30′). Das System ist daher, wie der Epidot, gewendet 2 + 1gliedrig. Wir müssen das Paar z = a : b : ∞c zur Säule (135⁰ 30′) nehmen, dann stumpft der blättrige Bruch M = b : ∞a die scharfe Säulenkante gerade ab; s = a : ∞b vorn macht 23⁰ 36′ 46″ und s′ = a′ : ∞b hinten 25⁰ 43′ 10″ gegen die Axe c, sofern man die drei



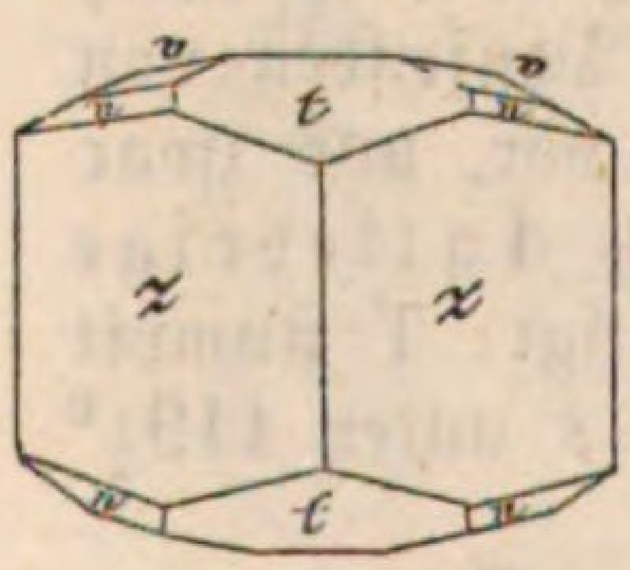
Brooke'schen Winkel z/s = 148°, z/s' = 146° 30' und z/M = 112° 15' der Rechnung zu Grunde legt, welche

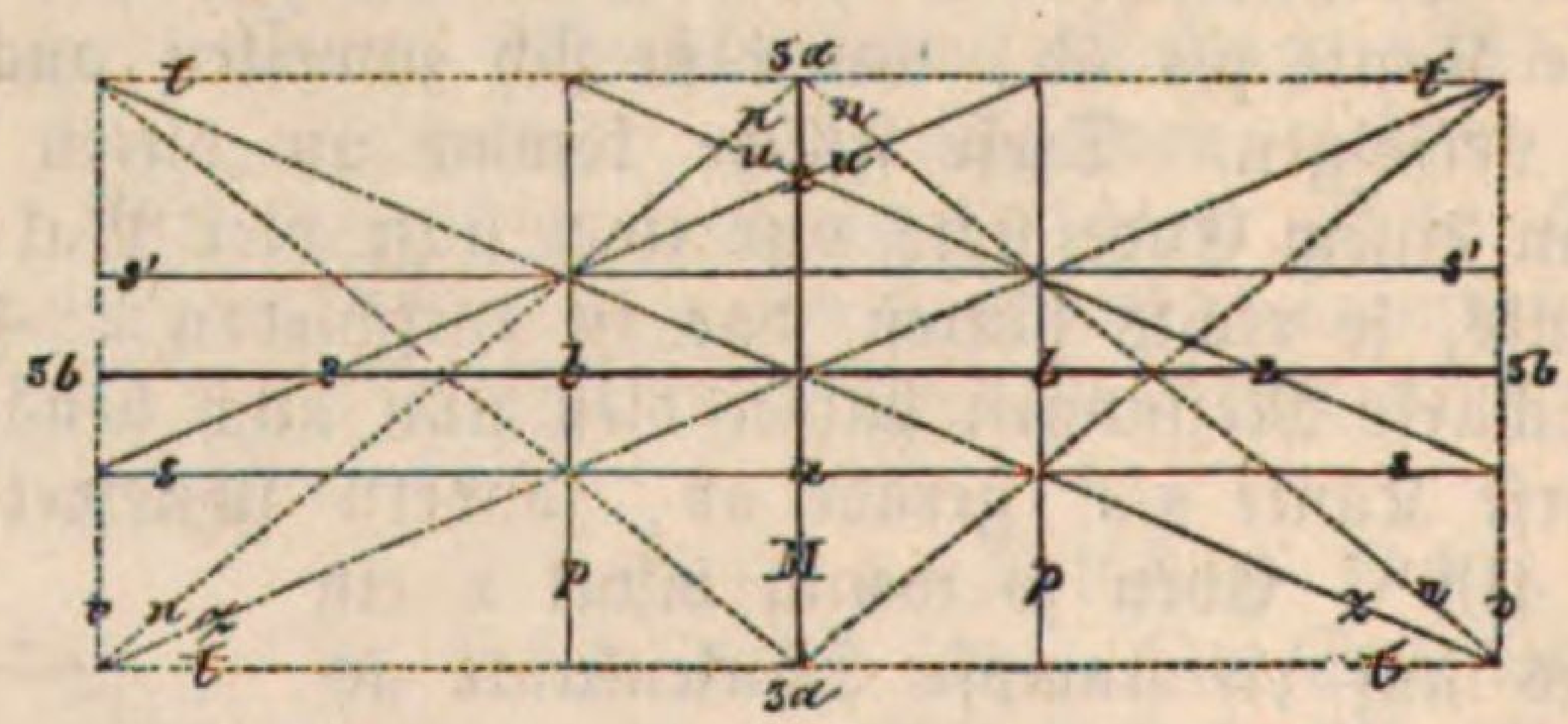
a : b : k = 0,45844 : 1,1206 : 0.0484

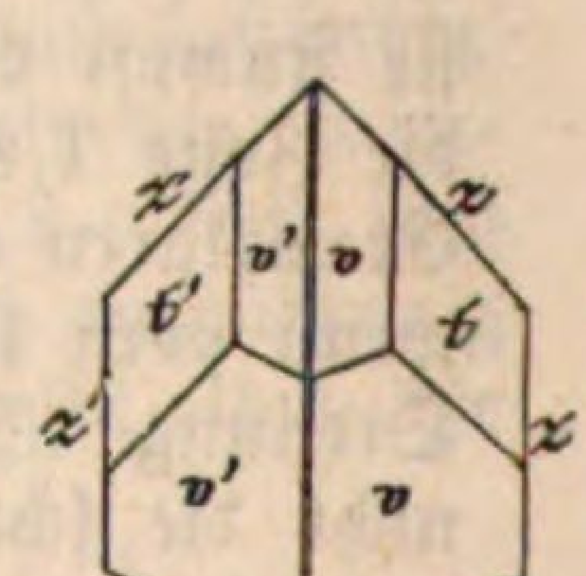
geben. Der stumpfe Winkel der Axen A/c beträgt vorn 96° 2' 10''. Dann schneidet aber Fläche T = c : ∞a : ∞b die s vorn unter 119° 38' 56'' und die s hinten unter 109 • 41 *); p = b : ∞a und das Augitartige Paar u = 2a' : 2b liegt auf der Hinterseite des Krystalls. Härte = 4 und Gew. 2,2 stimmen vollkommen mit Strahlzeolith. Auch die chemische Zusammensetzung weicht unwesentlich ab: die Formel

$\dot{C}a\,\dddot{S}i + \ddot{A}l\,\dddot{S}i^3 + 5\,\dot{H}$ hat nur ein Atom $\dot{H}$ weniger.

Epistilbit G. Rose Pogg. Ann. VI. 183 aus den Mandelsteinen von Island und den Faröer Inseln mit Blätterzeolith in ein und demselben Blasenraume. Es könnten dieß wohl Blätterzeolithkrystalle sein, welche sich nach der Säule z/z ausgedehnt haben. G. Rose gibt z/z = 135° 10', was von Brooke nur 20' abweicht, der erste Blätterbruch stumpft auch hier die scharfe Kante ab. Allein das Ende der Säule wird bestimmt 2 + 2gliedrig beschrieben: ein Paar t = a : ∞b auf die stumpfe Kante, und ein anderes v = b : ∞a auf die scharfe Kante aufgesetzt, und dann noch ein Oktaeder n = a : ½b aus der Diagonalzone des vordern Paares. Einfache Krystalle selten, gewöhnlich Zwillinge, welche wie beim Weißbleierz die Fläche z gemein haben und umgekehrt liegen. Das ist zwar sehr ungewöhnlich, allein die Winkel der Endflächen passen zu gut, als daß man die Vereinigung läugnen möchte. Nimmt man nämlich v = 3b : ∞a als die dreifach stumpfere von p am Blätterzeolith, so gibt das einen Winkel v/o = 147° 2', der von der Rose'schen Messung nur um 38' abweicht. Ebenso gibt t = 3a : ∞b mit t' = 3a' : ∞b einen Winkel von 108 • 21, den Rose 109° • 46 fand, n = 3a : $\frac{3}{2}$b. Beistehende Projektion zeigt uns alle diese Flächen, die des Epistilbits sind punktirt. Die chemische Formel ist $(\dot{C}a, \dot{N}a)\,\dddot{S}i + \ddot{A}l\,\dddot{S}i^3 + 5\,\dot{H}$, zeichnet sich nur durch etwas $\dot{N}a$ aus.







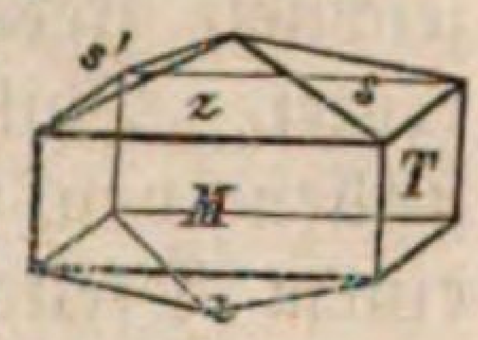
Brewsterit Brooke Edinb. Phil. Journ. VI. 112 vom Strontian im westlichen Schottland. Hat ein Comptonit-artiges Ansehen, allein es ist ausgezeichneter Blätterbruch da, so deutlich als beim Strahlzeolith mit einem bläulichen Lichtschein. Brooke gibt viererlei Säulenflächen an, deren scharfe Kanten sämmtlich durch den Blätterbruch gerade abgestumpft werden,

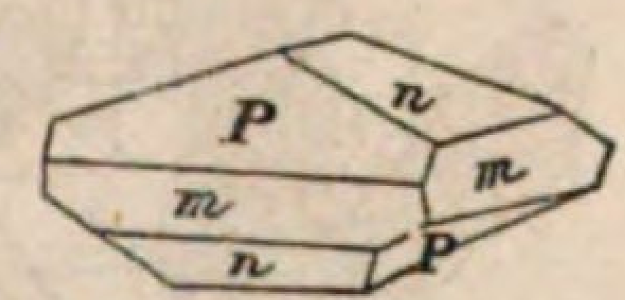
---

*) Brooke Edinb. Phil. Journ. VI. 115 fand durch Messung den Winkel T/s = 116° und T/s' = 114°. Das weicht freilich bedeutend ab. Allein das Bauchige von T mag an diesem Fehler Schuld sein. Jedenfalls sind z s s' M die glänzendsten und zum Messen geeignetsten Flächen.

darunter ist eine von 136° in den stumpfen Kanten, sie kann man als z/z nehmen. Eine Endfläche, etwa so schief wie T, ist nach ihrer Diagonale unter einem Winkel von 172° geknickt, aber sie neigt sich oft zum bauchigen Ansehen. Im Ganzen dürfte das Krystallsystem nicht wesentlich vom Blätterzeolith abweichen. Dafür scheint auch die chemische Formel zu sprechen $(\dot{Sr}, \dot{Ba}) \dddot{Si} + \ddot{Al} \dddot{Si}^3 + 5 \dot{H}$ G. Rose Kryst. Chem. Miner. pag. 40, Thomson gibt 9 $\dot{Sr}$, 6 $\dot{Ba}$ an, und nur 0,8 $\dot{Ca}$. Er bläht sich vor dem Löthrohr stark auf, und blättert dabei nach der Richtung des Hauptblätterbruchs.

Levy's gelblicher Beaumontit (Inst. 1839. 455) mit Haydenit zusammen in Baltimore vorkommend, scheint ein Blätterzeolith. Zwar wird er als ein stumpfes Quadratoktaeder von 147° 28′ in den Endkanten beschrieben, dessen Seitenkanten durch die erste quadratische Säule a : a : ∞c abgestumpft würden, allein es wird auffallender Weise hinzugesetzt, daß die eine Säulenfläche viel blättriger sei, als die andere. Wenn man nun bedenkt, wie nahe die Winkel des Blätterzeolith's z/s = 148° und z/s′ = 146° · 30′ jenem Oktaederwinkel stehen, so ließe sich der Irrthum leicht erklären. Die zierlich kleinen Krystalle sind um und um ausgebildet, was die Täuschung noch vermehrt. Hier steht auch Haidingers Edingtonit (Pogg. Ann. V. 193) aus dem Mandelstein der Kilpatrikhügel bei Dumbarton in Schottland. Kaum 2‴ große Krystalle liegen auf Thomsonit pag. 277. Auf einer blättrigen quadratischen Säule m = a : a : ∞c erheben sich zweierlei Flächen: P = a : a : c und n = 2a : 2a : c. Man könnte diese als Oblongoktaeder nehmen, und so beschreibt sie auch Decloizeaux. Allein die Messungen geben dann m/P = 133° 34′ und m/n = 115° 26′, daraus folgt a : b = 1,05 : 2,1, b ist also genau 2a. Haidinger nahm daher P als ein viergliedriges Tetraeder vom Oktaeder a : a : c, das wegen der Axe a = 1,05 in den Endkanten 121° 40′ mißt, während dann n das Tetraeder vom zweiten stumpferen Oktaeder 2a : 2a : c sein muß. Die Sache würde ausgemacht sein, wenn das Unterende wirklich die andere Hälfte der Tetraeder zeigen würde, wie das Haidinger beschreibt. Hätte das Oktaeder 120° in den Endkanten, so wäre es das Oktaeder des Granatoeder's, und würde dann mit dem regulären System in engster Verbindung stehen.



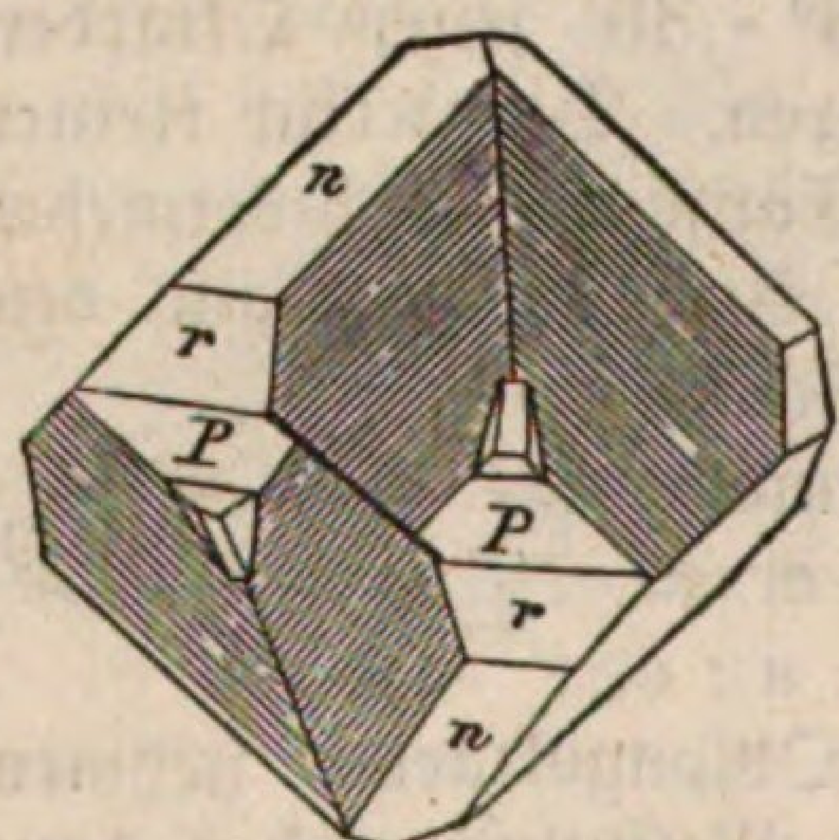


4. Chabasit.

Der Rhomboedrische Zeolith wurde in den Mandelsteinen bei Oberstein von einem Franzosen Bosc d'Antic gefunden und nach einem Steinnamen des Orpheus (*χαβασιον* Lithica 752) genannt. Dr. Tamnau (Leonhard's Jahrb. 1836. 635) hat eine Monographie davon geliefert, die von seiner großen Verbreitung zeugt. Das wenig blättrige Rhomboeder mit 94° 46′ (Phill.) in den Endkanten gibt a = 0,92083 = $\sqrt{0{,}84793}$, stimmt fast mit Quarz pag. 161. Kleine wasserklare Krystalle kommen in porösen Laven von Sicilien vor, man kann die einfachen Rhomboeder leicht für Würfel halten, daher auch der Name Cuboicit. Bei Oberstein und besonders zu Rübendörfel bei Aussig in Böhmen, wo

Krystalle von $\frac{1}{2}''$ — $1''$ Größe in Drusen eines Klingsteintuffs liegen, kommt noch das nächste stumpfere und nächste schärfere Rhomboeder vor, es ist das die schöne Hauy'sche Trirhomboidale Varietät mit $P = a : a : \infty a$, $n = 2a' : 2a' : \infty a$ und $r = \frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a : \infty a$. Höchst selten sind die Seitenkanten des Rhomboeders durch die 2te Säule $\infty c : 2a : a : 2a$ abgestumpft. Auch Dreiunddreikantner erscheinen ungewöhnlich, doch führt schon Hauy einen an $B^4 = x = \frac{1}{4}c : a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{4}a$; Tamnau Böhmische mit $o = \frac{1}{4}c : a\ \frac{1}{5}a : \frac{1}{2}a$ und vom Westerwalde mit einem Diheraeder $t = \frac{1}{3}c : a : \frac{1}{2}a : a$. Alle liegen in der Endkantenzone des Rhomboeders. Bei den Krystallen von Oberstein zeigen die Rhomboederflächen eine ausgezeichnete Federstreifung, die einen sehr stumpfwinkligen Dreikantner andeutet. Phillips maß einen sehr stumpfen Winkel von 173° 46′ an Krystallen von Giants Causeway in Nordirland, das entspräche ungefähr einem Dreikantner $B^{12} = \frac{1}{13}c : a : \frac{1}{12}a : \frac{1}{11}a$ (173° 14′).

Zwillinge die Axe c gemein und um 60° im Azimuth verdreht kommen ganz gewöhnlich vor. Beide Individuen durchwachsen sich in



größter Unregelmäßigkeit. Gewöhnlich sticht aus der Fläche des einen Individuums die Seitenecke des andern hervor, dessen Kanten wie 2 : 1 geschnitten werden, d. h. nennen wir die Stücke der beiden scharfen Kanten 1, so ist die Länge der stumpfen doppelt so groß. Im Uebrigen ein ausgezeichneter Zeolith mit reichlich Flußspathhärte = 4 und Gew. 2,2.

Vor dem Löthrohr bläht er sich äußerst wenig, weil es ihm an deutlichem Blätterbruch fehlt. Ueber seine chemische Formel ist man noch nicht ganz einig, ich wähle die einfachere $\dot{C}a\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^2 + 6\,\dot{H}$, was etwa 50 $\dddot{S}i$ und 10 $\dot{C}a$ gibt, gewöhnlich enthalten sie auch etwas $\dot{N}a$ und $\dot{K}a$, was die Kalkerde in der Formel ersetzt.

Phakolith Breith. (Linsenstein, φακός), aus den Basalten von Leipa und Lobositz in Böhmen, bildet kleine linsenförmige Zwillinge von der Trirhomboidalen Varietät. Hat sonst auch ganz das Aussehen normalen Chabasits. Doch gibt Rammelsberg's Analyse $2\,\dot{R}\,\dddot{S}i + \dddot{A}l^2\,\dddot{S}i^3 + 10\,\dot{H}$, was ein wenig abweicht. Diese Zusammensetzung nähert ihn dem Levyn von den Faröer Inseln, die ebenfalls Zwillinge bilden, aber eine ausgezeichnete Gradendfläche haben. Auch zeigt das Rhomboeder einen Endkantenwinkel von $79\frac{1}{2}°$, was sich mit dem Chabasit nicht gut vereinigen ließe.

Gmelinit Brewster (Leman's Hydrolith, Thomson's Sarkolith) aus dem Mandelstein im Vicentinischen und von Glenarm in Nordirland, von fleischrother Farbe, bildet reguläre sechsseitige Säulen mit Gradendfläche, deren Endkanten durch ein Diheraeder von 80° 54′ in den Seitenkanten abgestumpft werden. Das gäbe $a = 1,3543$. Breithaupt fand sogar nur 79° 44′ also $a = 1,3826$ genau gleich $\frac{2}{3}a$ vom Chabasit, so daß also $\frac{2}{3}a : \frac{2}{3}a : \infty a$ des Chabasits genau diesen Winkel geben würde. Nach G. Rose soll ein sehr deutlicher Blätterbruch parallel der 6seitigen Säule gehen, was beim Chabasit nicht der Fall ist. Dagegen stimmt

die Analyse von Rammelsberg, nur daß er blos 3,9 $\dot{C}a$, dagegen 7,1 $\dot{N}a$, und 1,8 $\dot{K}$ hat.

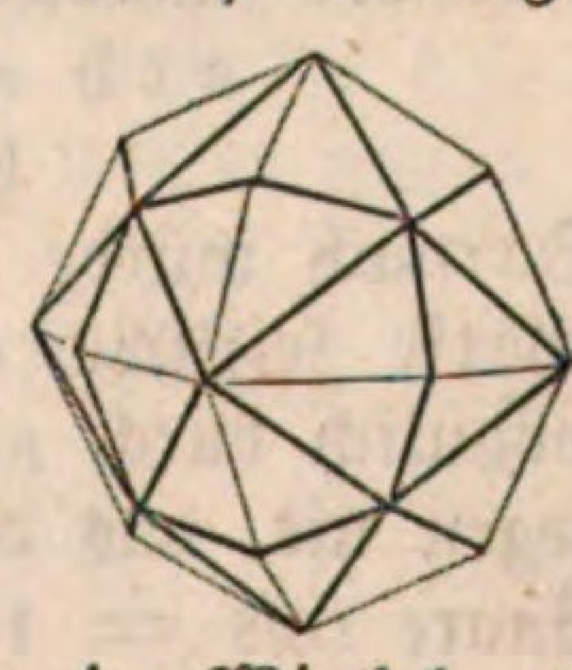
Herschelit Levy Ann. of phil. X. 361 aus Laven von Aci-Reale am Aetna soll dem Gmelinit sehr gleichen, namentlich auch nach Damour's Analyse Ann. Chim. et phys. 3 sér. XIV. 97. Es sind kleine Diheraeder mit bauchiger Gradendfläche. Die Diheraederflächen sollen stark glänzen, und Levy fand ihre Endkante 124° 45', das gäbe a = 0,465, also fast genau halb so groß als beim Chabasit, folglich mögen die Flächen $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{2}$a : ∞a sein. Freilich gibt Levy die Gradendfläche gegen die Diheraederfläche 132° an, während sie nach dieser Rechnung nur 112° betragen könnte.

Cleaveland's Haydenit aus dem Gneus von Baltimore soll nach Dana mit Chabasit stimmen. Die spatheisenfarbigen Rhomboeder sollen aber nach Levy einen Winkel von 98° 22' und zwei von 95° 5' haben, also Hendyoeder sein.

5. Analcim Hy.

Ἄναλκις kraftlos, weil er durch Reiben nur schwach elektrisch wird. Kubizit Wr. Reguläres Krystallsystem vorherrschend das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a, besonders ausgezeichnet in den augitischen Mandelsteinen des Fassathales (Seißer Alp), wo Krystalle von mehr als Faustgröße vorkommen. Wenn die Leucitoeder in vulkanischen Gesteinen eingesprengt sind, muß man sich vor Verwechselung mit Leucit hüten. Gewöhnlich kommt aber noch die Würfelfläche vor, welche die vierkantigen Ecken des Leucitoeders abstumpft und sich leicht an ihren rechten Winkeln unterscheiden läßt. Emmerling nannte daher das Mineral Würfelzeolith. Doch ist der Würfel kaum selbstständig zu finden, immer sind seine Ecken durch Dreiecke zugeschärft. Besonders schön in dieser Beziehung die wasserhellen Krystalle in alten Laven der Cyclopischen Inseln bei Catania, wo sie schon Dolomieu sammelte, oder in den Mandelsteinen von Montecchio-Maggiore bei Vicenza.

Die klaren haben die Aufmerksamkeit der Optiker in hohem Grade auf sich gezogen. Legt man nämlich durch die Axe und durch 4 Längsdiagonalen eine Fläche, so geht diese einem Parallelpaare von Granatoederflächen parallel, und die Granatoederebene halbirt den Krystall. 6 solcher Ebenen sind bekanntlich möglich. Parallel diesen Ebenen soll nach Brewster (Edinb. phil. Journ. 10. 255) die brechende und polarisirende Kraft fast Null sein, die gebrochenen Würfelkanten und langen Diagonalen erscheinen daher ganz schwarz. Allein je mehr ich das Auge von diesen Ebenen im Winkel entferne, desto stärker polarisiren und brechen sie doppelt. In der Mitte der gebrochenen Oktaederkanten erscheinen die feinsten Farbentinten. Das wäre eine merkwürdige Ausnahme, die Biot durch Lamellarpolarisation zu erklären sucht.

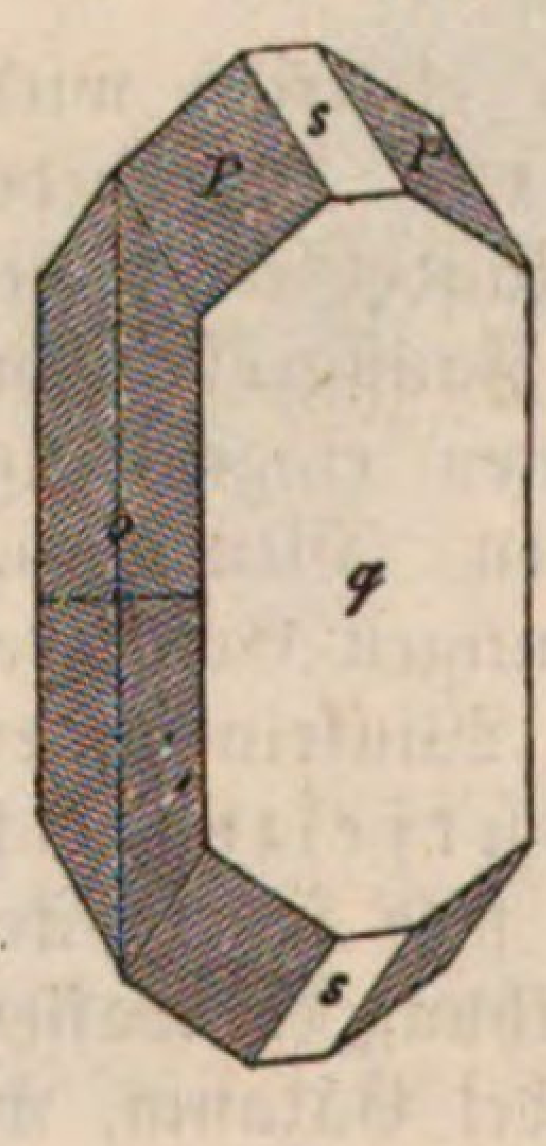


Härte 6, wird kaum noch mit dem Messer angegriffen, deshalb nannte ihn schon Dolomieu Zéolithe dure; Gew. 2,2.

Vor dem Löthrohr bläht er sich nur wenig auf, wie gewöhnlich bei Zeolithen mit undeutlich blättrigem Bruch. Die Formel $\dot{N}a^3 \ddot{S}i^2 + 3 \ddot{A}l \ddot{S}i^2 + 6 \dot{H}$ stimmt vortrefflich mit H. Rose's Analyse von Fassathälern: 55,1 $\ddot{S}i$, 23 $\ddot{A}l$, 13,5 $\dot{N}a$, 8,2 $\dot{H}$. In der Gabbrorosso von Toscana kommt ein Magnesiaanalcim vor. Krystalle finden sich auch auf den Silbererzgängen von Andreasberg, in Drusen des Zirkonsienits, auf Magneteisensteinlagern in Schweden. Die grünlichen Massen mit ziemlich deutlichem Würfelbruch im Magneteisenerz vom Berge Blagodat im Ural hat Breithaupt zwar Kuboit genannt, sind aber nach G. Rose (Reise Ural I. pag. 347) ausgezeichnete Analcime. Weybie's Eudnophit aus dem Sienit von Lamö im südlichen Norwegen (59 Breite-Grad) soll ganz Analcimzusammensetzung haben, aber zweigliedrige Säulen mit blättriger Gradendfläche bilden! Die Winkelangaben sind fehlerhaft. Pogg. Ann. 79. 303.

6. Kreuzstein Wr.

Nach den sich kreuzenden Krystallen genannt. Harmotom Hy. (ἁρμός Fuge), was sich parallel der Zwillingsfuge schneiden läßt. R. de l'Isle (Cristall. II. 299) nannte die Andreasberger Hyacinthe blanche cruciforme, und Gillot (Journal de Physique, August 1793) zeigte zuerst den Unterschied vom Hyacinth. 1794 schrieb L. v. Buch Beobachtungen über den Kreuzstein und 1831 Köhler über die Naturgeschichte des Kreuzsteins. Born hielt ihn noch für Kalkspath.



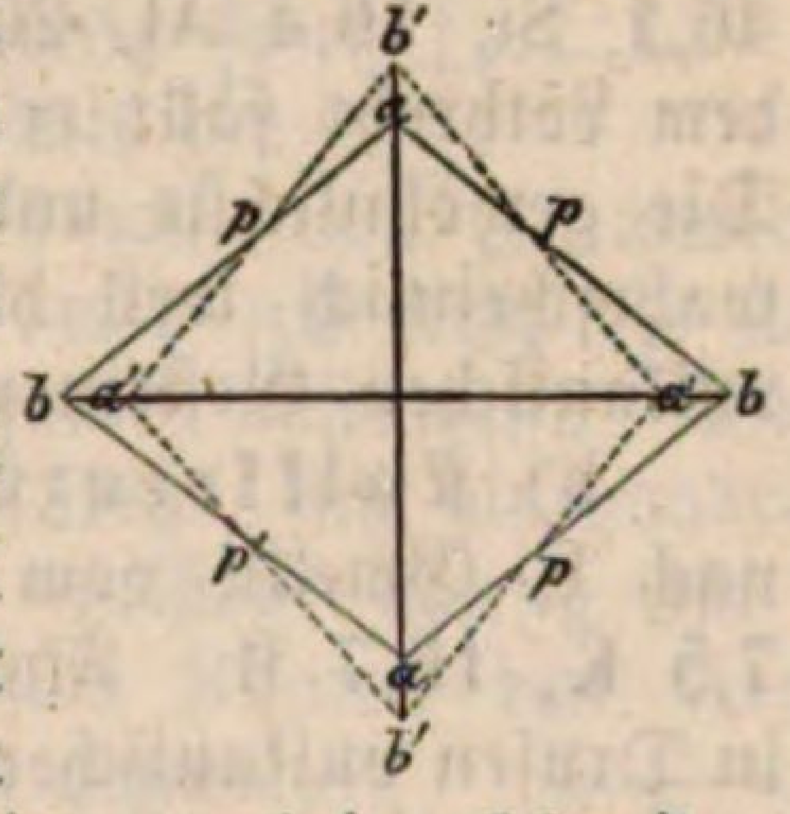
Die Krystallform scheint 2 + 2gliedrig mit manchen Merkwürdigkeiten. Die einfachen Krystalle, wie sie sich auf Kalkspath mit Brewsterit pag. 280 zu Strontian finden (Morvenit Thompson's), bilden ein Granatoeder zu einer Oblongsäule mit aufgesetztem Oktaeder ausgedehnt, wie beim Strahlzeolith. Die Oblongsäule o/q nur wenig blättrig, doch hat die breite q etwas stärkern Perlmutterglanz als die schmale Fläche o, obgleich diese etwas stärker blättrig scheint, als jene. Die Endkantenwinkel des Oktaeders P fand Köhler beim Barytkreuzstein über der breiten Säulenfläche q 120° 1', über der schmalen o 121° 27' (Poggend. Ann. 37. 561), das gäbe

$$a : b = 1,43 : 1,462;\ a^2 = 2,045,\ b^2 = 2,137;$$
$$\lg a = 10,1553389,\ \lg b = 10,1648971.$$

Darnach würde b senkrecht gegen die breite Säulenfläche q stehen. Die scharfe seitliche auf die breite Säulenfläche aufgesetzte Endkante ist gewöhnlich durch s = b : ∞a gerade abgestumpft, die stumpfe vordere dagegen nie, das deutet entschieden auf 2gliedrige Ordnung. Nach diesem Paare (s/s = 111° 15') richtet sich die Streifung sämmtlicher Flächen: die deutlichste geht parallel der Kante P/s über die Oktaederflächen P und die schmalen Oblongsäulenflächen weg, auf dieser o entsteht daher eine federartige Streifung mit einem Rhombus von 111° 15' in der Mitte. Wenn die breite Säulenfläche Streifung hat, so ist sie horizontal parallel der Axe a. Die Flächen s sind öfter nach einer deutlichen Linie gebrochen, als wären es Zwillingsartige stumpfe Winkel. Die Schottischen Krystalle sind stark verzogen, doch findet man die Oblongsäule leicht, weil darauf

Newtonianische Farben gut hervortreten, obgleich der blättrige Bruch nicht stark ist. Levy und Dufrénoy haben die Krystalle daher auch nach der Säule s/s aufrecht gestellt, doch ist das gleichgültig, und spricht ganz gegen die bisher übliche Anschauung.

Zwillinge finden sich besonders auf den Erzgängen von Andreasberg, wo man sie zuerst kennen lernte: zwei Individuen kreuzen sich so, daß das eine seine schmale hinlegt, wo das andere seine breite Fläche hat. Dadurch entsteht ein ausgezeichnetes Kreuz. Spiegelt man die Oktaederflächen im Licht oder in der Sonne, so kommt nie von zwei anliegenden Zwillingsflächen zugleich ein Bild ins Auge, was sein müßte, wenn die Oktaeder viergliedrig wären, wie sie Hauy nahm. Es zeigt sich vielmehr in der Zwillingskante ein- oder ausspringender Winkel von 179° • 23′ (Phillips maß 178° 45′). Man sieht dieß leicht durch eine kleine Projektion ein, worin a : b das eine, und a′ : b′ das andere Oktaeder bezeichnet, beide schneiden sich in p. Der Zonenpunkt

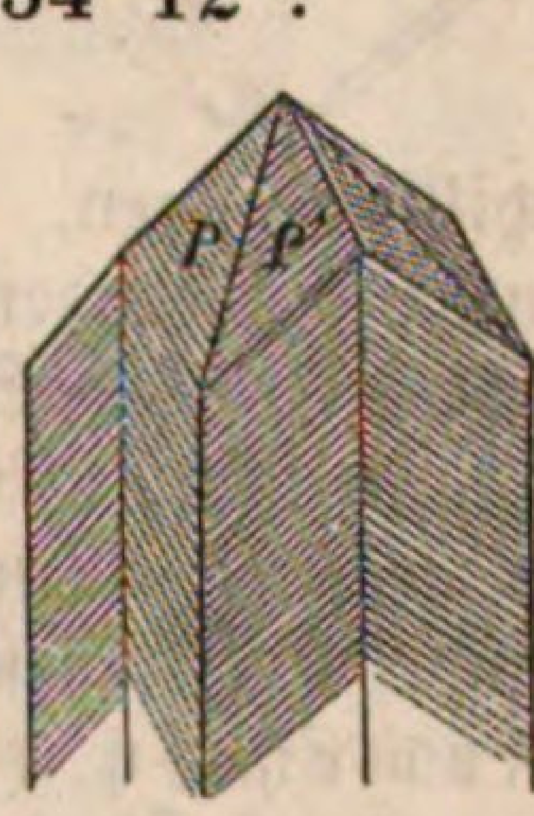


$$p = \frac{1}{\frac{1}{a}+\frac{1}{b}} = \frac{ab}{a+b},\ \mu = \frac{1}{a'},\ \nu = \frac{1}{b'},$$

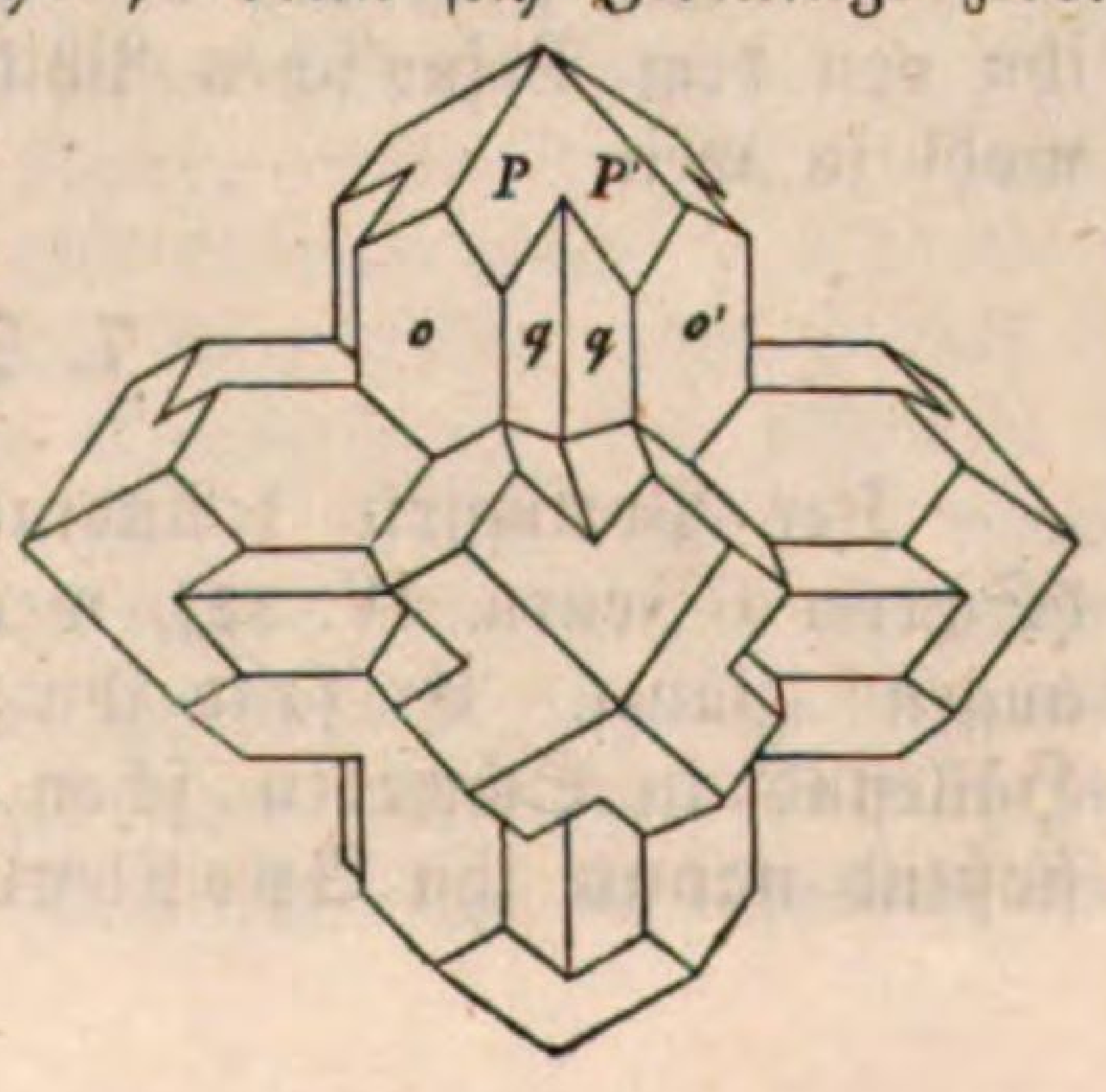
dieß in die Winkelformel der Kantenzone des regulären Systems pag. 55 gesetzt, gibt

$$tg = \sqrt{a^2+b^2+2ab+2a^2b^2} : b - a = 89^0\ 34'\ 12''.$$

Der einspringende Winkel häufig auf der angewachsenen Seite. Füllen die Fugen der gekreuzten Säulen sich aus, so entsteht ein scheinbar einfacher Krystall mit einer Federstreifung auf den Oktaederflächen: wir haben eine quadratische Säule mit einem sehr stumpfwinkligen 4 + 4kantner, wenn die ausspringenden Winkel zum Vorschein kommen. Uebrigens sind diese kleinen Winkelunterschiede durch Streifung so versteckt, daß man noch gegründete Zweifel haben kann, ob die Form des einfachen Krystalls nicht doch ein Granatoeder sei, dessen Flächen P o q nur unbeschadet der Winkel physikalisch different geworden sind, und die nun ein Bestreben zeigen, durch den Zwilling diese Differenz wieder auszugleichen.



Vierlinge und Sechslinge entstehen, wenn sich Zwillinge zwei oder dreifach rechtwinklig wie das Arenkreuz unter einander kreuzen, die P so gestellt, daß je zwei möglichst einspiegeln. Beim Sechsling sind dann auf diese Weise die Differenzen vollkommen wieder ausgeglichen. Würden sich die Fugen ausfüllen, so entstände ein vollkommenes Granatoeder, woran jede Fläche blos einen stumpfen Knick nach den beiden Diagonalen zeigte. So sehen wir, wie aus einer zweigliedrigen

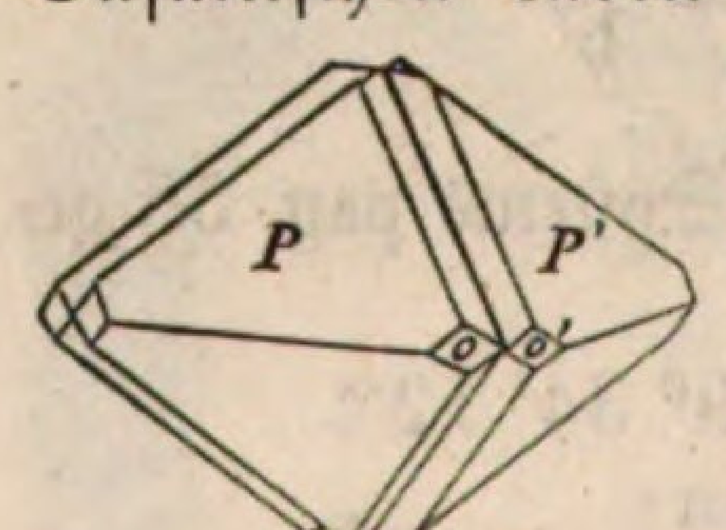


Ordnung die reguläre durch Vermehrung der Zwillinge hergestellt werden kann. Beistehenden schönen Sechsling bildet Köhler von Andreasberg ab. Weiß. Abh. Berl. Akad. 1831. pag. 328.

Farblos oder schneeweiß, zuweilen auch blaß rosenroth, wie das neuere Vorkommen zu Andreasberg, Härte zwischen Flußspath und Apatit (4,5). Gewicht 2,4 bei dem Barytkreuzstein, die Kalkkreuzsteine leichter.

a) Barytkreuzstein $\dot{B}a\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^2 + 5\,\dot{H}$, nach Köhler etwa 46,1 $\dddot{S}i$, 16,4 $\dddot{A}l$, 20,8 $\dot{B}a$, 15,1 $\dot{H}$, Spuren von $\dot{C}a$ fehlen nicht. Vor dem Löthrohr fällt er mehlartig auseinander, und läßt sich schwer schmelzen. Die gewöhnlichste und schönste Abänderung. Vorzugsweise auf Erzgängen, wahrscheinlich weil hier die Schwererde eine Hauptrolle spielt, selten in vulkanischen Gesteinen.

b) Kalkkreuzstein (Phillipsit) ($\dot{C}a$, $\dot{K}$) $\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^2 + 5\,\dot{H}$, nach L. Gmelin vom Stempel bei Marburg 48 $\dddot{S}i$, 22,6 $\dddot{A}l$, 6,5 $\dot{C}a$, 7,5 $\dot{K}$, 16,7 $\dot{H}$. Findet sich nicht auf Erzgängen, sondern gewöhnlich in Drusen vulkanischer Gesteine, zeigt große Neigung zu Sechslingskrystallen, die aber selten klar, sondern meist schneeweiß sind. Wegen des Mangels an Baryterde haben sie ein Gewicht von 2,2. Die Endkantenwinkel des Oktaeders betragen nach Haidinger 123° 30′ und 117° 30′. In den Basaltischen Laven von Capo di Bove bei Rom kommen Zwillinge vor



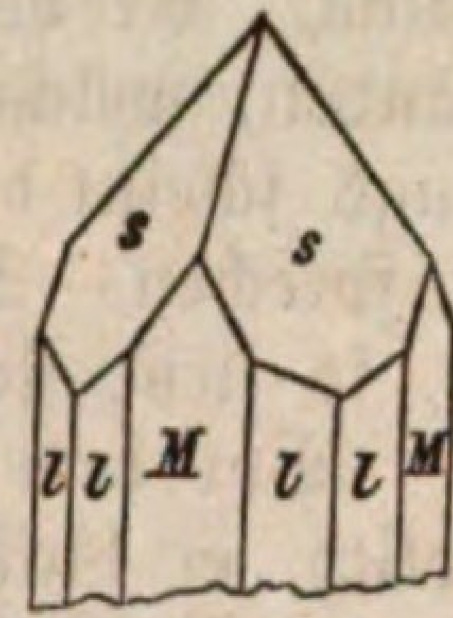
(Credner Leonh. Jahrb. 1847. 559), an denen sich nur die eine Hälfte der Oktaederflächen P und P′ ausdehnt, während die Säule o sehr zurück bleibt. Es entsteht dann das Oktaeder des Granatoeders mit fast rechtwinkligen Seitenkanten, dessen Ecken kaum abgestumpft werden. In den Kanten sieht man aber noch die Zwillingsfugen. Zuletzt sollen auch diese nebst den Abstumpfungsflächen ganz verschwinden und ein glänzendes Oktaeder überbleiben, an dem man nicht mehr die Spur eines Zwillings wahrnehme.

G. Rose (Kr. Ch. Minerf. pag. 93) glaubt jedoch, daß diese Oktaeder ein anderes Mineral, als der auf andern Drusen des Fundorts vorkommende Kalkkreuzstein sei, und beschränkt darauf den vielfach verwechselten Gismondin (Abrazit, Zeagonit), zumal da die Zusammensetzung ($\dot{C}a$, $\dot{K}a$)^2 $\dddot{S}i + 2\,\dddot{A}l\,\dddot{S}i + 9\,\dot{H}$ etwas abzuweichen scheint. Kengott (Leonhard's Jahrb. 1853. 183) glaubt sogar, daß Zeagonit und Gismondin von einander verschieden seien. Der ähnliche Berzelin mit Hauyn am Albaner-See krystallisirt regulär mit Zwillingen wie Spinell. Dufrénoy (Traité Min. III. 478) hat dem König von Dänemark zu Ehren den Kalkkreuzstein von Marburg und Island Christianite genannt, und meint ihn von dem Vesuv'schen Phillipsit unterscheiden zu können. Das geht wohl zu weit.

7. Ichthyophthalm.

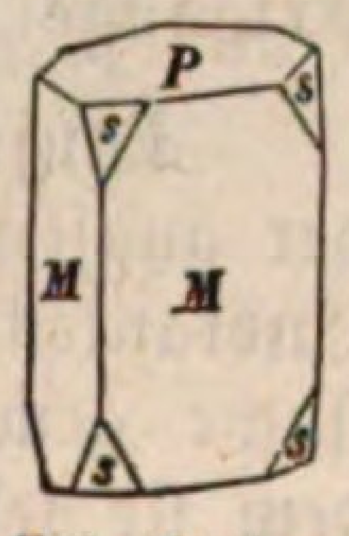
Der Portugiese d'Andrada gab ihm diesen auffallenden Namen (Scherer's Journ. IV. 32), weil der blättrige Bruch silberartig wie „Fischaugen" glänzt. Er fand ihn auf Utön. Doch ist Rinman's Zeolith von Hällestad in Schweden schon das Gleiche. Hauy sich an dem Namen stoßend nannte ihn Apophyllit (ἀποφυλλίζειν abblättern).

Der 4gliedrige Zeolith findet sich in ausgezeichneten farblosen und blaß rosenrothen Oktaedern auf den Erzgängen des Samson von Andreasberg in größten Teufen. Die Oktaeder s = a : a : c sind sehr scharf, und schon Hauy gab den Seitenkantenwinkel 121°, folglich den Endkantenwinkel 140° 2′ an, gibt



$$a = 0{,}80012,\ a^2 = 0{,}6402;\ \lg a = 9{,}9031570.$$

Sieht man schief gegen die Endspitze dieses Oktaeders, so kommt ein Adularartiger Lichtschein heraus, welcher mit der Stärke des Blätterbruchs der Gradendfläche P = c : ∞a : ∞a zusammenhängt. Nie ist die erste quadratische Säule da, und nie fehlt die 2te M = a : ∞a, welche die Seitenecken des Oktaeders abstumpft. Eine 4 und 4kantige Säule l = a : $\frac{1}{2}$a gern angedeutet. Dehnt sich die quadratische Säule M mit der Gradendfläche P aus, so entsteht häufig ein 2 + 1flächiger Würfel (Orawitza im Banat), dessen Kanten den Axen parallel gehen. Wenn nun das Oktaeder die Ecken abstumpft, so bilden die Abstumpfungsflächen gleichschenklige Dreiecke, weil die Würfelkanten in dem Verhältniß 4 : 4 : 5 geschnitten werden, da sich a : c = 0,8 : 1 = 4 : 5 verhält. Oft werden die Krystalle durch Ausdehnung des Blätterbruchs tafelartig (Fassathal mit Analcim), dann schärft das Oktaeder die Ecken der rechtwinkligen Tafeln zu. Seltenere Flächen finden sich besonders an Krystallen von Utön. Es kommen dort neben den genannten die Oktaeder 3a : 3a, 5a : 5a, 2a : ∞a, 5a : ∞a vor. Hauy gab noch $\frac{1}{2}$a : ∞a, $\frac{5}{4}$a : ∞a an, auch eine vierundvierkantige Säule a : $\frac{1}{4}$a : ∞c, und unter mehreren 4 + 4kantnern einen = a : 2a, der ein sehr einfaches Zeichen hat.



Die derben Ichthyophthalme (Fassathal) haben große Neigung zu schaligen Absonderungen, wenn sie dann mit rothem Eisenoxyd durchzogen sind, so kann man die trüben beim ersten Anblick für Schwerspath halten, allein es fehlt der blättrige Querbruch. Die klaren in Hornblendgestein eingesprengten Stücke von Utön haben viel Aehnlichkeit mit Adular. Allein geringere Härte = 4—5 und geringeres Gewicht = 2,4 lassen sie kaum verwechseln.

Die optischen Eigenschaften haben die Aufmerksamkeit Brewsters in hohem Grade auf sich gezogen (Edinb. Transact. 1816 und 1821). Seiner Form nach muß er optisch einarig sein, und solche kommen vor, sie sind attraktiv (+). Die Durchmesser der Ringe sind für alle Farben fast gleich, durch eine Turmalinscheere gesehen zeigen sie daher sehr zahlreiche schwarze und weiße Ringe. Andere zeigen Erscheinungen von optisch zweiarigen Krystallen, Tesselit Br. von Nalsöe unter den Faröer Inseln: es sind dieß kleine quadratische Säulen mit Gradendfläche und kaum abgestumpften Ecken. Sie zeigen eine äußere klare Hülle, innen aber sehr complicirte Streifung und Flächenartige Durchgänge, die offenbar der Grund für die Lichtveränderung sind: einzelne Stellen scheinen einarig, andere zweiarig. Sieht man im polarisirten Lichte senkrecht auf die quadratische Säule, und dreht in dieser Lage den Krystall so, daß die Axe c 45° mit der Polarisationsebene macht, so sieht man höchst eigenthümlich symmetrisch gruppirte Farbenerscheinungen. Biot (Mémoir. de l'Institut. 1842.

XVIII. 673) erklärt die scheinbare Doppelarigkeit aus der Lamellarpolarisation. Er behauptet, daß die Oktaeder aus lauter feinen Schichten beständen, welche sich parallel den Oktaederflächen auflagerten. Und allerdings scheint die fortificationsartige Streifung abgebrochener Krystalle dafür zu sprechen. Da nun das Mineral ein sehr schwach polarisirender Körper ist, so ließe sich daraus die Erscheinung erklären.

Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht, noch etwas leichter als Natrolith, er blättert sich dabei wenig auf, und färbt die Flamme etwas violett, Reaktion des Kali. Im schwachen Feuer wird er trüb weiß, wie Werner's Albin von Mariaberg an der Elbe bei Aussig, der also ohne Zweifel hierhin gehört.

$$(\dot{C}a_6, \dot{K})\, \dddot{S}i + 2\, \dot{H},$$

von Utön gibt Berzelius 52,13 $\dddot{S}i$, 24,71 $\dot{C}a$, 5,27 $\dot{K}$, 16,2 $\dot{H}$ und 0,82 Flußsäure, deren Reaktion sich beim Blasen in offener Glasröhre zeigt. Die Blasenräume der Mandelsteine, die Magneteisenlager Schwedens und die Erzgänge des Samson sind Hauptfundgruben.

Faujasit Damour. Ann. des mines 1842. 4 ser. I. 395 in Höhlen der augitischen Mandelsteine von Sasbach am Rhein. 4gliedrige Oktaeder. Endkanten 111° 30′, Seitenkanten 105° 30′. Zwillinge die Oktaederfläche gemein und umgekehrt, also ganz wie beim regulären Oktaeder, dem sie sehr ähnlich sehen. H. = 5, G. = 1,92. Merkwürdiger Weise kommen auf ein und demselben Handstück Krystalle von zweierlei Aussehen vor: die häufigern farblos und glasglänzend und die seltenern braungelb mit Diamantglanz. Die Krystalle haben innen ähnliche Streifenbündel mit starkem Lichtschein, wie der Ichthyophthalm, an den sie auch sonst sehr erinnern. Allein vor dem Löthrohr schmelzen sie zwar, aber viel schwerer als Ichthyophthalm,

$$(\dot{C}a, \dot{N}a)\, \dddot{S}i + \ddot{A}l\, \dddot{S}i^2 + 9\, \dot{H}.$$

Die 16,7 $\ddot{A}l$ entfremdet das Mineral dem Ichthyophthalm.

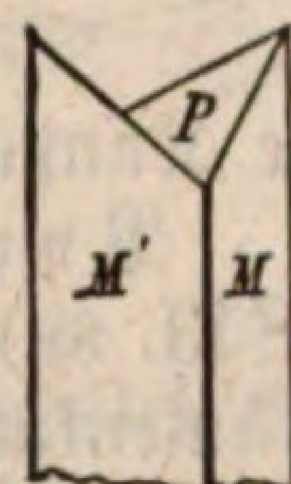
Der Okenit Kobell Kastner's Archiv XIV. 333 aus dem Mandelstein von der Insel Disko an der westgrönländischen Küste bildet faserzeolithartige Massen. Breithaupt beschreibt 2gliedrige Säulen von 122° 19′, auch seine übrigen Kennzeichen stimmen gut mit Faserzeolith, allein der Mangel an Thonerde fällt auf, und gibt ihm mit Ichthyophthalm Verwandtschaft, $\dot{C}a^3\, \dddot{S}i^4 + 6\, \dot{H}$. Connel's Disclasit von den Faröer Inseln hat ganz die gleiche Formel. Der mattweiße Pektolith vom Monzoniberge im Fassathal mit $\dot{N}a$ und $\dot{C}a$ möchte vielleicht das gleiche nur mehr verwitterte Mineral sein. Es bricht zwischen langstrahligem Faserzeolith. Andersons Gyrolit (γυρός gerundet, Erdmann's Journ. 52. 382) bildet kleine Kugeln im Mandelstein von Sky, nicht selten auf Ichthyophthalm sitzend 2 $\dot{C}a\, \dddot{S}i^3 + 3\, \dot{H}$.

8. Lomonit Wr.

Eigentlich Laumontit, nach Gillet Laumont, der ihn 1785 in den Bleierzgängen von Huelgoët in der Bretagne entdeckte. Wegen seiner großen Verwitterbarkeit (man muß ihn schon in den Gruben mit Firniß überziehen) nannte ihn Hauy anfangs Zéolithe efflorescente.

2 + 1gliedrige Säule M/M von 84° 30′ (Dufrénoy) mit einer auf die scharfe Kante aufgesetzten Schiefendfläche P, welche mit M 114° 54′ macht, eine hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b macht eine Kante P/x = 88° 21′.

Die Säule deutlich blättrig mit einem eigenthümlichen Seidenglanz, die Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante b : ∞a : ∞c soll auch noch etwas blättrig sein. Eine dreifach schärfere y = ⅓a′ : ∞b. Gewöhnlich finden sich nur die einfachen Hendyoeder, aber diese in großer Schönheit. Leonhardit Blum Pogg. Ann. 59. 336 mit den Hendyoederwinkeln 96° 30 und 114° von Schemnitz ist ohne Zweifel das Gleiche. Kommt dort in schönen Zwillingen in Schwalbenschwanzform vor. Verwittern leicht und werden brüchig, weich und mehlartig, frisch mögen sie wohl Flußspathhärte und darüber erreichen, Gew. 2,34. Sie haben einen eigenthümlichen Seidenglanz. Das leichte Zerfallen an der Luft soll von hygroscopischem Wasser herrühren, was sie in trockener Luft abgeben. In feuchter Luft sollen sie nicht zerfallen, am schnellsten aber im luftleeren Raum. Ann. des min. 4 ser. IX. 325.



Vor dem Löthrohr blättern sie sich etwas nach der Säule auf, und schmelzen schwerer als Faserzeolith, mit dem ihre Zusammensetzung

$$\dot{C}a^3 \ddot{S}i^2 + 3 \ddot{A}l \ddot{S}i^2 + 12 \dot{H}$$

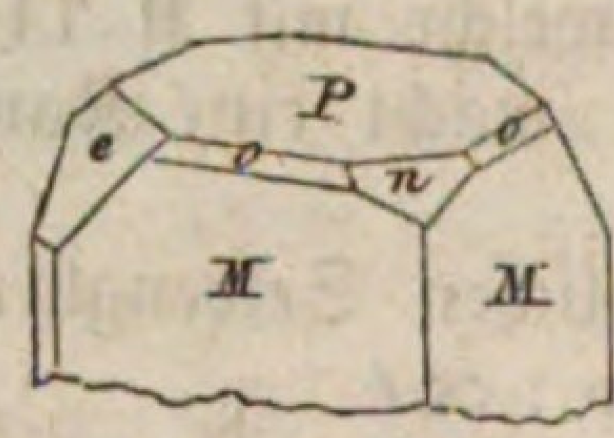
große Verwandtschaft hat. Es kann daher in einzelnen Fällen schwer werden, sie richtig zu trennen! Wenn die Krystalle die scharfe Schiefendfläche P haben, dann ist es leicht. Wenn sie aber langstrahlig werden, wie gewisse Abänderungen aus dem Fassathal, so kann man sie leicht mit den dortigen Faserzeolithen verwechseln, die namentlich wegen der Deutlichkeit ihres Blätterbruchs einen Seidenglanz annehmen. Bekannt sind die schneeweißen Nadeln zwischen den farblosen Apatiten auf körnigem Feldspath vom St. Gotthardt, ihre Schiefendfläche läßt sie mit Faserzeolith nicht verwechseln. Röthliche sehr verwitterte Krystalle kommen in großen Massen im Grünsteine von Dillenburg vor.

9. Prehnit Wr.

Werner (Bergm. Journ. 1790. III. 1. pag. 69) nannte ihn nach dem Holländischen Gouverneur am Cap Obristen v. Prehn, der ihn von Südafrika mitbrachte. Er war den Franzosen schon seit 1774 von dort bekannt, nur wegen seiner grünen Farbe von Sage und Delisle Chrysolithe du Cap genannt. Hat nicht mehr das Aussehen eines ächten Zeolithes.

2 + 2gliedrige rhombische Tafeln M/M von 100°, die Gradendfläche P recht blättrig, aber immer krummschalig, unregelmäßig geknickt und muldenförmig. Von M her gesehen haben sie daher ein garbenförmiges aufgeblättertes Aussehen, wie der Strahlzeolith, und wenn die Säulen hoch sind, so können sie eine vollkommene Linsenform (Hahnenkammform) annehmen, in welcher man sich aber immer leicht mittelst des blättrigen Bruchs orientirt. Längs der stumpfen Säulenkante blättern sie sich leichter auf als längs der scharfen. Die scharfe Säulenkante durch b : ∞a häufig abgestumpft,





das gibt zu Barèges in den Pyrenäen öfter äußerst dünne Täfelchen (Koupholit). Zu Ratschinges bei Sterzing in Tyrol kommt auch ein Paar auf die scharfe Kante e = $\frac{1}{2}$b : c : ∞a, und n = a : ∞b und $\frac{1}{2}$a : ∞b auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt vor. Selten ein Oktaeder o = a : b : c, was die Kanten P/M abstumpft.

Pyroelektrisch und zwar centralpolar (Abh. Berl. Akad. Wiss. 1843. 88). Erwärmt man sie bis 130°—140° R., so sind die stumpfen Säulenkanten antilog, die Mitte der Tafel aber analog elektrisch, die scharfen Seitenkanten sind unelektrisch. Es gehen also gewisser Massen längs a zwei Axen, deren analoge Pole sich zu- und deren antiloge sich abkehren. Eine Fläche a : ∞b trifft den analogen Pol nur dann, wenn sie durch die Mitte geht, dagegen b : ∞a denselben immer d. h. sie ist bei abnehmender Temperatur immer in der Mitte — elektrisch.

Farbe gewöhnlich lichtgrün, wie bei Eisenoxydulsalzen, Feldspathhärte 6, Gew. 2,9. Das stimmt wenig mit Zeolithen. Doch gibt seine

Chemische Zusammensetzung $\dot{C}a^2 \dddot{S}i + \dddot{A}l \dddot{S}i + \dot{\dot{H}}$, also etwa 4,2 $\dot{\dot{H}}$, 44 $\dddot{S}i$, 24,2 $\dddot{A}l$, 26,4 $\dot{C}a$. Einem geringen Eisengehalt verdankt er wohl seine Farbe. Vor dem Löthrohr kann man ihn sehr leicht von andern Zeolithen unterscheiden, er schmilzt nämlich noch leichter als Natrolith, bläht sich dabei auf, und bildet eine Menge kleiner Blasen gerade wie ein Saifenschaum. Das entweichende Wasser muß daran schuld sein, wenn nicht noch irgend ein anderer flüchtiger Stoff darin stecken sollte.

Fasriger Prehnit wie er z. B. so ausgezeichnet im Mandelstein von Reichenbach (südlich Oberstein an der Nahe) mit gediegenem Kupfer vorkommt, wird dem Faserzeolith so ähnlich im Aussehen, daß außer der grünlichen Farbe und der größern Härte das Löthrohrverhalten ein willkommenes Unterscheidungsmittel ist. Häufig bildet er nierenförmige Massen, auf deren Kugelrundung die Säulenflächen liegen, der blättrige Bruch geht längs der Strahlen, es sind daher nichts weiter als stark ausgebildete Hahnenkämme. Schon bei den Krystallen sieht man auf dem Blätterbruch Streifen vom Centrum nach den Kanten P/M strahlen, wenn sich die Krystalle nun an einander verschränken und die Säulenflächen krümmen, wie man das so schön bei den fast smaragdgrünen Drusen vom Cap findet, so entsteht nach und nach der nierenförmige Bau.

Krystalle wenn auch meist gekrümmt finden sich besonders schön zu St. Christoph und Armentières unfern Bourg d'Oisans in der Dauphiné mit Epidot und Axinit zusammen. In Klüften des Hornblendegesteines von Ratschinges bei Sterzing und in andern Gegenden der Alpen.

Afterkrystalle nach Lomonit beschreibt Blum (Pseudom. pag. 104) aus Spalten eines Diorits von Niederkirchen bei Wolfstein in Rheinbaiern. Die Krystalle sind sehr schöne Nadeln mit Schiefendfläche, und zeigen das Schäumen gut. Eben daselbst kommen sie nach Analcim vor, wie im Trapp von Dumbarton (Pogg. Ann. 11. 380). Vielleicht steht hier auch der

Karpholith Wr. (κάρφος Stroh) nach seiner strohgelben Farbe genannt, im Greisen von Schlackenwald in Böhmen mit amethystfarbigem Flußspath. Excentrisch strahlig, H. = 5, Gew. = 2,9. Schäumt nur

wenig vor dem Löthrohr, gibt mit Borax ein amethystfarbenes Glas, denn Stromeyer fand 19,1 $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$ neben 2,3 $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, 10,7 $\dot{\mathrm{H}}$, 1,5 Flußsäure ꝛc., woraus Berzelius die zweifelhafte Formel $(\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}, \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e})^3 \ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i} + 3 \ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l} \ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i} + 6 \dot{\mathrm{H}}$ ableitet. Man muß sich hüten, ihn nicht mit verwittertem Wavellit zu verwechseln.

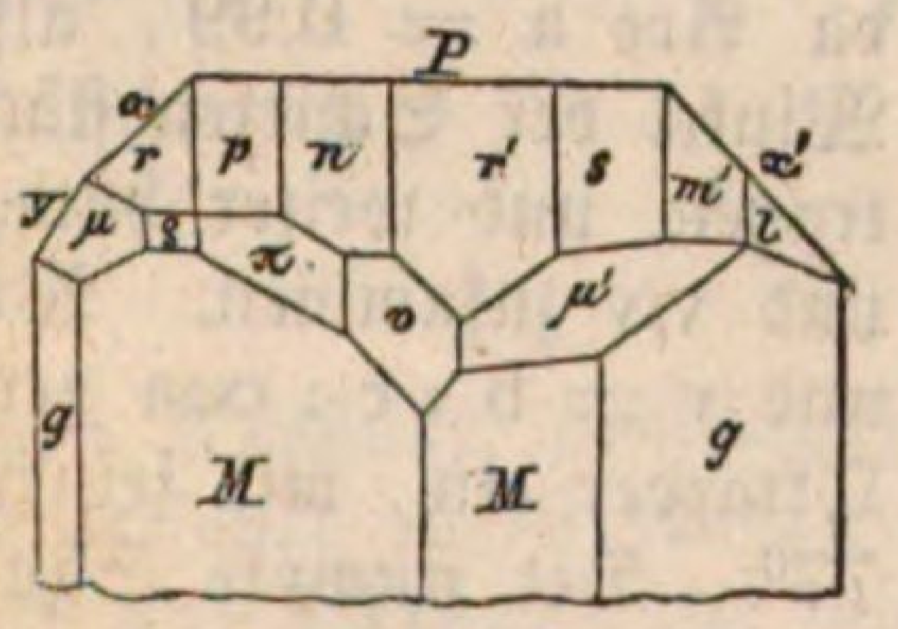
Thomson's Glottalith von Glotta am Clyde soll kleine reguläre Oktaeder bilden.

10. Datolith.

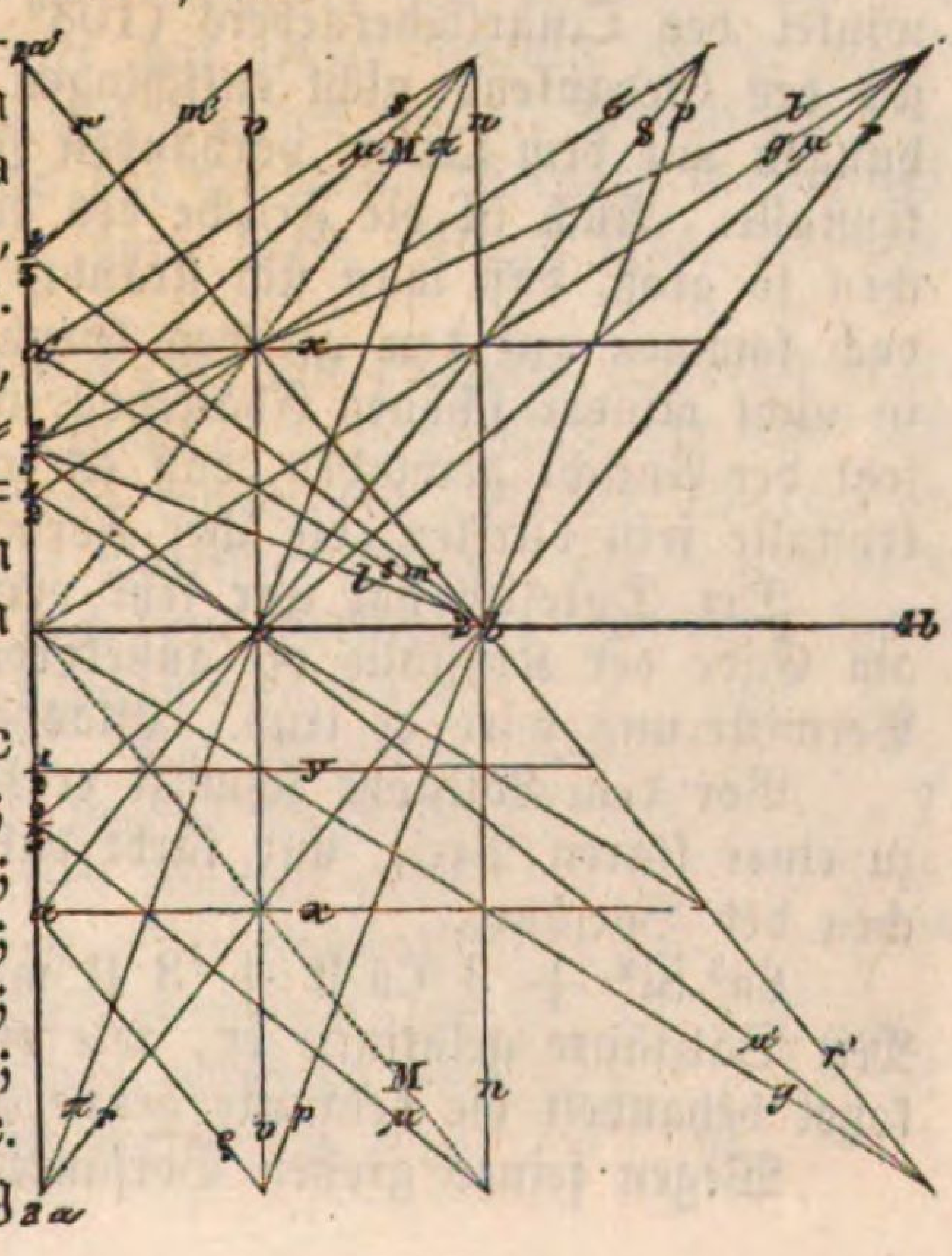
Esmark fand matte grünliche Krystalle 1806 auf den Magneteisenlagern bei Arendal, und nannte sie nach ihrer körnigen Absonderung (*δατέομαι* absondern), Werner schrieb Datholith. Man hat ihn daher auch wohl als Esmarkit aufgeführt. Die klaren später bei Theiß gefundenen nannte Levy Humboldtit. Eine ausführliche Berechnung siehe in Pogg. Ann. 36. 245.

2 + 1gliedriges Krystallsystem, aber mit besondern Eigenthümlichkeiten. Gehen wir von der Säule $M = a : b : \infty c$, vorn $77^0\ 30'$, aus, so macht $P = c : \infty a : \infty b$ mit $M\ 91^0\ 3'$ woraus folgt, daß P gegen Axe c vorn $88^0\ 19'$ bildet, folglich der Axenwinkel a/c vorn $91^0\ 41'$. Nimmt man dazu noch die Schiefendfläche $x = a : c : \infty b$, welche $x/P = 135^0\ 37'$ macht, so finden sich daraus die Axen

$$a : b : k = 0{,}9916 : 0{,}7958 : 0{,}0291 = \sqrt{0{,}9833} : \sqrt{0{,}6333} : \sqrt{0{,}0085};$$
$$\lg a = 9{,}99635,\ \lg b = 9{,}90082,\ \lg k = 8{,}46452.$$



Die schönen Formen aus dem Grünstein des Wäschgrundes von Andreasberg zeigen außer M P x noch die deducirbaren Flächen $r = 2a : 2b : c$, die Kanten P/M abstumpfend, die entsprechenden Flächen hinten $r' = 2a' : 2b : c$ kommen zwar vor, aber nur ausnahmsweise. Dagegen findet sich immer das Augitpaar $s = a' : 2b : c$, das gibt ihnen den entschiedenen 2 + 1gliedrigen Typus, obgleich dann wieder ein Paar $n = c : 2b : \infty a$ in deren Diagonalzone r und s fallen, an 2gliedriges Ansehen erinnert. Projiciren wir die Flächen auf P, indem wir die Figur mit der vorkommenden Medianebene $a = b : \infty a : \infty c$ abschneiden, so können wir mit Leichtigkeit folgende Flächen eintragen:

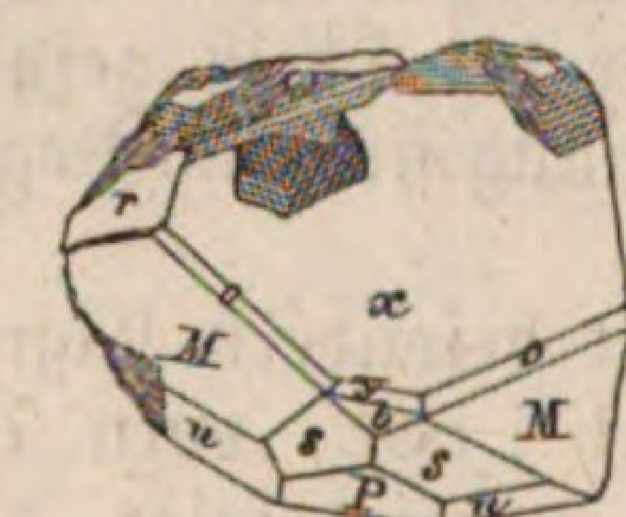


$b = a : \infty b : \infty c$; $g = a : 2b : \infty c$ fehlt fast nie; $v = b : c : \infty a$; $y = c : \frac{1}{2}a : \infty b$; $x' = a' : c : \infty b$; $\varrho = a : b : c$; $\sigma = \frac{1}{2}a' : b : c$; $\pi = 2a : b : c$; $p = 4a : 2b : c$; $\mu = \frac{2}{3}a : b : c$; $\mu' = \frac{2}{3}a' : b : c$; $m' = \frac{4}{3}a' : 2b : c$; $l = \frac{2}{3}a' : 2b : c$.

Die Krystalle von Andreasberg

zeigen sehr entwickelte Säulen und sind darnach leicht zu erkennen. Die in den Achatkugeln von Theiß bei Klausen in Tyrol haben dagegen sehr kurze Säulen und eine drusige Schiefendfläche, am leichtesten orientirt man sich durch das Paar n. Mit diesen haben die prachtvollen Quarzkrystalle, die Tripe (Pogg. Ann. 10. 331)

Haytorit nannte, weil sie sich bis jetzt einzig in den Magneteisengruben in der Nähe der Hay-Tor-Granitbrüche in Devonshire fanden, die größte Aehnlichkeit. Es ist ein Hornsteinartiger Quarz, durch Eisenocker braun gefärbt, mit einem Gehalt von 98,6 $\dddot{S}i$. Die oft mehr als Zollgroßen Krystalle sind in mächtigen Drusen versammelt, und zeigen abgebrochene starke Fortificationsartige Streifung. Hr. Prof. Weiß (Abhandl. Berl. Akad. Wiss. 1829. pag. 63) hat dieselben ausführlich beschrieben, ihr Flächenreichthum ist wo möglich noch größer, als beim unveränderten Datolith: die Fläche b = a : ∞b : ∞c bildet wegen der Kürze der Säulen gewöhnlich nur ein gleichseitiges Dreieck; die ausgedehnte Schiefendfläche x läßt sich an der Rauhigkeit ihres Aussehens leicht erkennen; o = $\frac{2}{3}$a : 2b : c stumpft die stumpfe Kante M/x ab, und ist beim Datolith nicht bekannt, die y unter der Schiefendfläche und über dem kleinen Dreieck b ist gewölbt, „gleichsam mit geringerem Erfolg den allgemeinen Gravitationskräften abgewonnen." Hinten noch ein Paar u = $\frac{1}{2}$a′ : 2b : c. Das System hat Aehnlichkeit mit dem des Wolframs, da Axe a = 0,99, also fast 1 = c ist. Daher muß denn auch der Winkel der Schiefendfläche a : c : ∞b gegen die Axe fast genau 45° betragen, und weiter hängt damit die Gleichheit der Winkel zwischen M/M und v/v zusammen. Würde man also diese vier Flächen M = a : b : ∞c und v = b : c : ∞a verlängern, so schlößen sie ein nahezu viergliedriges Oktaeder ein, mit seiner Endecke in b und den Seitenkantenwinkeln von 77°. Der stumpfe Säulenwinkel M/M von 103° steht dem Seitenkantenwinkel des Quarzdiheraeders (103° 35′) so nahe, daß Hr. Prof. Weiß sich des Gedankens nicht entschlagen konnte, hier möchten irgend Beziehungen mit dem Quarz vorhanden sein. Jedenfalls seien es keine Afterkrystalle. Auch ist die Frische des Aussehens sammt dem Glanz der Flächen so groß, daß man sich sträubt, sie für Afterbildungen zu halten, und doch kommen auf den gleichen Gruben z. B. Kalkspathkrystalle vor, die in nicht minder schönen Chalcedon sich verwandelt haben. Daher ist man jetzt der Ansicht geworden, daß es trotz ihrer Schönheit dennoch nur Afterkrystalle sein dürften, die ihre Form dem Datolith verdanken.



Der Datolith hat nur sehr versteckte Blätterbrüche, seine Klarheit ist am Ende der Krystalle oft außerordentlich groß, nach unten und durch Verwitterung wird er trüb. Glashärte 5, Gewicht 3.

Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht unter geringem Schäumen zu einer klaren Perle, und färbt dabei die Flamme etwas grün, ein Zeichen der Borsäure.

$\dot{C}a^3 \dddot{S}i^4 + 3\,\dot{C}a\,\dddot{B} + 3\,\dot{H}$ mit 21 $\dddot{B}$, 38 $\dddot{S}i$, 35 $\dot{C}a$, 5,6 $\dot{H}$.
Mit Salzsäure gelatinirt er, wie die übrigen Zeolithe, er zeigt mit Alkohol behandelt die bekannte grüne Flamme.

Wegen seines großen Borsäuregehaltes könnte man ihn auch zu den

Boraten stellen. Indeß sein Kieselerdegehalt, und auch die Art seines Vorkommens in den Achatkugeln vom Fassathal, im Grünsteine von Andreasberg 2c., so wie sein ganzes chemisches Verhalten erinnern an Zeolith. Zu Toggiana im Modenesischen (Pogg. Ann. 78. 75) kommt er im Serpentin vor, in Nordamerika hat er sich an mehreren Punkten um New-York gefunden 2c.

Botryolith Hausmann (*βότρυς* Traube) bildet dünne kleintraubige Ueberzüge auf Kalkspath, Quarz 2c. in dem Magneteisenlager der Grube Oestre-Kjenlie bei Arendal. Dickere Lager sind deutlich concentrisch schalig und feinfasrig. Fahle, perlgraue, gelbliche 2c. Farbe. Ein Datolith mit Glaskopfstruktur, aber nach Rammelsberg etwas wasserreicher 6 $\dot{H}$, was vielleicht in einer Veränderung schon seinen Grund hat. Vor dem Löthrohr wirft er starke Blasen und gibt gelbliche Gläser.

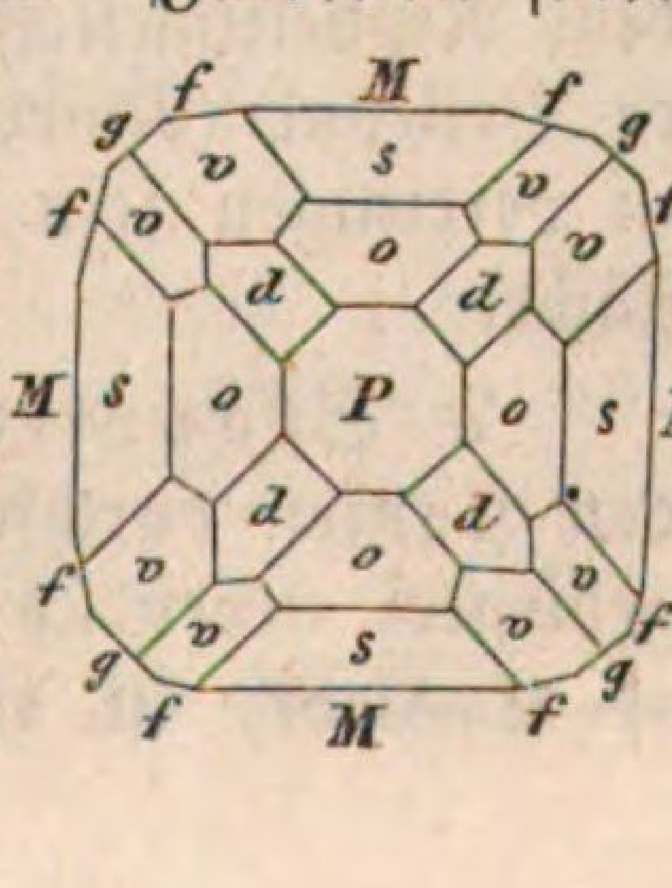
VIII. Skapolithe.

Sie haben häufig ein feldspathartiges Aussehen und ähnliche Zusammensetzung, kommen glasig und frisch vor, gehören aber immer zu den seltneren Fossilien. Es ist nicht viel Gemeinsames darüber festzustellen, doch lieben sie Feuergesteine. Scheerer (Pogg. Ann. 89. 15) sucht sogar nachzuweisen, daß Skapolith häufig in Feldspath umgestanden sei (Paramorphose). Bei Krageröe finden sich im Gneuse Skapolithkrystalle, die innerlich in körnigen Feldspath umgewandelt sind. Er wagt sogar die Behauptung, daß Feldspathsubstanz dimorph sei.

1. Skapolith Andr.

Von *σκᾶπος* Stab, auf die säulenförmigen Krystalle anspielend. Die glasigen kannte schon Delisle, die frischen unterschied zuerst Andrada (Scherer's Journ. 1800. IV. 35. 38) als Skapolith und Wernerit aus den Arendaler Magneteisengruben. Werner hat jedoch letztern immer abgelehnt, und da man gleich frühzeitig zu viel Species machte, Paranthin Hy., Rapidolith Abilgaard, Arktizit Wr., so hat der Name Wernerit in Deutschland nicht durchgeschlagen. Gerhard vom Rath (Pogg. Ann. 99. 288) gibt eine umfassende Analyse.

Viergliedriges Krystallsystem, ein stumpfes Oktaeder o = a : a von 136° 7′ in der Endkante (Mohs), andere geben bis 136° 38′ an, folglich Axe a = 2,273. Meistens kommt die 1ste und 2te quadratische Säule vor, beiden entspricht ein blättriger Bruch, eine davon kann man in großen Arendaler Stücken noch gut darstellen. Zuweilen findet sich auch die 4 + 4kantige Säule f = a : $\frac{1}{3}$a : ∞c, und ein Vierkantner v = a : c : $\frac{1}{3}$a. Am Flüßchen Slüdjanka in Daurien kommen prachtvolle Krystalle von Zolldicke vor mit allen genannten Flächen nebst d = a : c : ∞a und s = c : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{3}$a. Die Krystalle zeigen große Neigung zu langen Säulenbildungen, die strahlig durcheinander liegen, und denen meistens die Endkrystallisation fehlt, oder wenn sie da ist, so zeigt



sie sich nicht scharf ausgebildet. Man muß sich übrigens durch die künstlich angefressenen nicht täuschen lassen, denn da sie im Norden häufig in Kalkspath liegen, so nimmt man den Kalkspath mit Salzsäure weg, welche auch die Silikate angreift. Die Oberfläche bekommt dadurch, wie auch durch Verwitterung einen eigenthümlich seidenartigen Glanz, an was der Hauy'sche Name Paranthine (*παϱανϑέω* verblühen) erinnern soll.

Gew. 2,6, Härte 5—6. Trübe Farben, Querbruch etwas Fettglanz.

Chemisch macht der Skapolith viel zu schaffen, wegen der großen Abweichungen der Analysen von einander. Bischoff (Chem. Phys. Geol. II. 403) sucht den Grund in einer spätern Zersetzung, in dem durch Kohlensäurehaltige Wasser Kalkerde und Alkalien in Carbonate zersetzt und fortgeführt werden, so daß die Kieselsäure auf 62 p. C. (Arendal), ja sogar 93 p. C. (Pargas) steigen könne. In New-Jersey kommen daher auch Afterkrystalle nach Speckstein und bei Arendal nach Epidot und Glimmer vor, der Glimmer steckt körnig darin. G. Rose bleibt bei der Formel $\dot{R}^3 \ddot{Si} + 2 \ddot{\bar{R}} \ddot{Si}$ stehen, die zugleich die des Epidotes wäre. Gerhard vom Rath nimmt drei verschiedene chemische Species mit Entschiedenheit an: 1) Mejonit $\dot{Ca}^3 \ddot{\bar{Al}}^2 \ddot{Si}^3$; 2) Skapolith $\dot{R}^3 \ddot{\bar{Al}}^2 \ddot{Si}^4$; 3) Wernerit von Gouverneur $\dot{R}^3 \ddot{\bar{Al}}^2 \ddot{Si}^5$. Doch darf man solche künstliche Deutungen nicht etwa als Beweis für Dimorphismus nehmen. Das Pulver wird von Salzsäure vollkommen zersetzt, ohne zu gelatiniren, vor dem Löthrohr schmelzen sie leicht mit Schäumen.

1. Mejonit Hy. aus den Marmorblöcken der Somma, wasserklar, aber häufig mit einer oberflächlichen Trübung. R. de L'Isle nannte ihn weißen Hyacinth, Hauy zeigt jedoch, daß die Hauptaxe viel kürzer sei, daher der Name (*μεῖον* kleiner). Er schäumt vor dem Löthrohr auffallend, und ist der reine Kalkskapolith $\dot{Ca}^3 \ddot{Si} + 2 \ddot{\bar{Al}} \ddot{Si}$. Die Art des Querbruchs erinnert an Leucitbruch. Der Mizzonit kommt im Feldspathgestein vor.

In den Somma-Auswürflingen brechen noch eine ganze Reihe viergliedriger Krystalle, die ihrer Zusammensetzung nach zwar etwas von Mejonit abweichen, in ihren Winkeln aber auffallend stimmen, nur daß eine Gradendfläche c : ∞a : ∞a herrscht, die dem Mejonit fehlt, und an Vesuvian erinnert:

Humboldtilit Covelli und Monticelli Miner. Vesuv. pag. 375. $2 \dot{Ca}^3 \ddot{Si} + \ddot{\bar{Al}} \ddot{Si}$, aber etwas $\dot{Mg}$ und $\dot{Na}$ enthaltend. Die etwas blättrige Gradendfläche herrscht stark, Oktaeder a : a 135° in den Endkanten. Gern gelbliche Farbe. Thomson's fleischrother Sarkolith von der Somma soll nach Breithaupt ihm angehören, die Stoffe $(\dot{Ca}, \dot{Na})^3 \ddot{Si} + \ddot{\bar{Al}} \ddot{Si}$ stimmen jedoch nicht ganz. Die kleinen, schmutziggelben Melilithe aus dem Nephelingestein vom Capo di Bove bei Rom, welchen schon Fleriau de Bellevue (Journal de Physique II. 459) entdeckte, mögen wohl damit zu vereinigen sein, sie bilden einfache quadratische Säulen mit Gradendfläche.

2. Skapolith, darunter versteht man mehr die trüben kaum an den Kanten durchscheinenden Vorkommnisse, namentlich des nordischen Urgebirges, neben $\dot{Ca}$ ist ihnen ein Gehalt an $\dot{Na}$ wesentlich, also $(\dot{Ca}, \dot{Na})^3 \ddot{Si} + 2 \ddot{\bar{Al}} \ddot{Si}$, in einer offenen Röhre reagirt er etwas auf Flußsäure.

Doch stimmen die Analysen sehr wenig unter einander überein, man muß sich daher mehr auf die naturhistorischen Kennzeichen verlassen. Sein Aussehen ist Feldspathartig, aber er schmilzt leicht unter Schäumen zu Glase. Hauy legt ein Gewicht darauf, daß sein Pulver auf Kohlen geworfen ein wenig leuchte. Dieß thut namentlich auch der

Dipyr Hy., welchen Gillet-Laumont bereits 1786 in einem fetten Steinmark von Mauleon in den Pyrenäen entdeckte. Hauy zeigte, daß er ganz die Struktur des Skapoliths habe, und konnte so wenig Ausgezeichnetes daran finden, daß er mit dem Namen nur auf die doppelte Wirkung des Feuers hinweisen wollte, welches ihn schmilzt und phosphorescirend macht. Delesse gibt ihm nun zwar die Formel 4 $(\dot{Ca} + \dot{Na}) \ddot{Si} + 3 \ddot{Al} \ddot{Si}$, allein bei so veränderbaren Mineralen gilt offenbar die Struktur mehr als die Formel. Der Eckebergit von Pargas, der Nuttalith $\dot{R} \ddot{Si} + \ddot{Al} \ddot{Si}$ aus Massachusetts und andere gehören ihrer Struktur nach hierhin. Die Eisensteinlager von Arendal im südlichen Norwegen, und von Pargas in Finnland sind vorzügliche Fundorte. Er liegt gern in Kalkspath. Der spangrüne Atheriastit Weibye (Pogg. Ann. 1850. 303, sollte heißen Atheristit) (ἀϑέριστος nicht beachtet) aus der aufläßigen Näsgrube bei Arendal soll Hauy's Wernerit sein, er hat die Krystallform des Skapoliths, aber 7 p. C. $\dot{H}$ und daher ein etwas anderes Löthrohrverhalten. Die gleiche Form ist auch hier wieder die Hauptsache.

Gehlenit Fuchs Schweigger's Journ. XV. 377 bei Vigo am Monzoniberg in Südtyrol. Kommt in derben Massen vor, die mit Kalkspath bedeckt sind. Im Spathe stecken würfelige Krystalle von 3'''—6''' Durchmesser, da sie aber weiter keine Fläche haben, auch die Blätterbrüche außerordentlich versteckt liegen, so läßt sich über das System nicht bestimmt entscheiden. Hauy nahm es als quadratische Säule mit Gradendfläche, die man durch ihren etwas stärkern Blätterbruch von den beiden Säulenflächen unterscheiden zu können meint. Schwacher Fettglanz, dunkel ölgrün, H. = 6, Gew. 3. 3 $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe})^3 \ddot{Si} + \ddot{Al}^3 \ddot{Si}$, doch stimmen die verschiedenen Analysen nicht sonderlich. Salzsäure zersetzt ihn selbst noch nach dem Glühen, und scheidet $\ddot{Si}$ gallertartig aus. Man muß sehr kleine Splitter wählen, wenn man sie vor dem Löthrohr an den Kanten zum Schmelzen bringen will. Man hat den Melilith wohl auch für glasigen Gehlenit gehalten.

Ueber Skapolithe lies Herrmann in Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1851. Bd. 54. 410.

2. Nephelin Hy.

Von νεφέλη Nebel, weil glasige klare Stücke in Salpetersäure im innern trübe werden. Lametherie entdeckte ihn an der Somma, und nannte ihn daher Sommit.

Krystallsystem 6gliedrig. Gewöhnlich eine reguläre sechsseitige Säule mit Gradendfläche. Die zweite sechsseitige Säule macht sie zwölfseitig. Das Diheraeder $a : a : \infty a$ hat Seitenkanten 88° 40' Phill., 88° 20' Dufrén., 88° 6' Haid., gibt nach Phillips $a = 1{,}182 = \sqrt{1{,}397}$. Es kommt nicht häufig vor, und stumpft die Endkante der

Säule ab; noch seltener ein zweites $\frac{1}{2}a : \frac{1}{2}a : \infty a$ (diese Krystalle Davyn genannt).

Er kommt frisch (Elaeolith) und glasig vor, Härte 5—6, Gew. 2,5—2,7. Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer aber ruhig zu einem Glase, gelatinirt mit Salzsäure $(\dot{N}a, \dot{K}a)^2 \dddot{S}i + 2 \dddot{A}l \dddot{S}i$.

1. Glasiger Nephelin. Am ausgezeichnetsten in den Somma-Auswürflingen (Sommit) mit schwarzer Hornblende, Granat und glasigem Feldspath, dieser gleicht ihm außerordentlich, doch ist er blättrig und schmilzt noch schwerer. In den Drusenräumen der Laven von Capo di Bove mit Melilith läßt er sich leichter erkennen, weil darin der glasige Feldspath nicht herrscht. Nach Scheerer 44 $\dddot{S}i$, 33,3 $\dddot{A}l$, 15,4 $\dot{N}a$, 4,9 $\dot{K}a$. Man hüte sich vor Verwechselung mit Apatit. Cavolinit und Beudantit die gleichen.

Nephelingestein. Auf dem Gipfel des Odenwaldes (Katzenbuckel) kommt ein basaltisches Gestein vor, in welches röthliche und grünliche Krystalle von trüber Farbe und Fettglanz in größter Menge eingesprengt sind. Am Rande beginnt gewöhnlich Verwitterung, in der Mitte haben sie dagegen mehr frisches als glasiges Aussehen, nähern sich daher den frischesten Eläolithen. Die Krystalle wittern schwierig heraus, ihr Durchschnitt auf der Bruchfläche des Gesteins ist ein Sechseck oder Viereck, sie müssen also reguläre sechsseitige Säulen mit Gradendfläche sein. Später haben sich verwandte Gesteine am Vogelsgebirge, im Böhmischen Mittelgebirge, in Italien ꝛc. wieder gefunden.

2. Frischer Nephelin, nach seinem ausgezeichneten Fettglanz Eläolith (ἔλαιον Oel) genannt, von grün-blauer Farbe mit einem eigenthümlichen Lichtschein wurde er 1808 in einem sehr grobkörnigen Zirkonsienit von Laurvig in faustgroßen Klumpen eingesprengt gefunden. Der rothe von Friedrichsvärn ist seltener. G. Rose (Reise Ural II. 47) fand das Mineral in ähnlicher Schönheit im Miascit in den Umgebungen des Ilmensees bei Miask, und zwar gab es dort Eläolith-haltige und Eläolith-freie Miascite, die beide durch ihre eingesprengten Minerale so berühmt geworden sind. Die Analyse weicht nicht wesentlich von den glasigen ab. Siehe Stromeyer's Giesekit pag. 225.

3. Leucit Wr.

Λευκός weiß, Ferber's weißer Granat, denn man hielt ihn früher allgemein für durch vulkanisches Feuer gebleichten Granat, Romé de l'Isle (Cristall. II. 335) glaubte sogar noch Exemplare mit rothen Flecken zu besitzen.

Er krystallisirt nur im Leucitoeder $a : a\frac{1}{2}a$, das nach ihm den Namen bekommen hat, ohne Spuren einer andern Fläche, wodurch er sich von Analcim unterscheidet, der gewöhnlich Würfelflächen hat. Hauy glaubte daran die Entdeckung zu machen, daß man diesen Körper mit seinen symmetrischen Trapezen aus dem Würfel und aus dem Granatoeder ableiten könne, und nannte das Mineral daher Amphigen (doppelten Ursprungs). So wenig durchschaute er damals noch den Zusammenhang der Körper!

Härte 6, Gew. 2,5. Der Bruch hat einen opalartigen Glanz, das läßt selbst Bruchstücke leicht unterscheiden. Weiße trübe Farbe.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, das feine Pulver wird von Salzsäure zersetzt, wobei sich $\dddot{S}i$ pulverig ausscheidet. Mit Kobaldsolution blau.
$$\dot{K}^3 \dddot{S}i^2 + 3 \dddot{A}l \dddot{S}i^2.$$
Klaproth (Beitr. II. 39) entdeckte darin 21,3 Kali, das erste was im Steinreich aufgefunden wurde, da man es bis dahin blos für Pflanzenalkali gehalten hatte, das mußte natürlich ein ganz neues Licht verbreiten!

Die um und um krystallisirten Krystalle spielen in ältern vulkanischen Laven eine solche Rolle, daß man die Gesteine wohl Leucitophyre genannt hat. Die alten schlackigen Laven am Vesuv, im Albanergebirge ꝛc. enthalten sie in zahlloser Menge von der kleinsten Form bis zu Faustgröße. Sie sondern sich scharf aus der Grundmasse ab, daher hielt man sie früher für fremde von der Lava nur eingewickelte Körper (Dolomieu). Aber L. v. Buch zeigte, daß die Krystalle selbst nicht selten Lavatheile einschlößen, weßhalb sie in der Lava gebildet sein müßten. Die Straßen von Pompeji wurden mit Leucitlaven gepflastert, aber auch in den heutigen Laven (1822, 1832) fehlen sie nicht. In einem Tuffartigen Gestein vom Rietberg am Laacher See liegen erbsengroße und kleinere in Menge, gelbliche von analcimartigem Aussehen am Eichelberg bei Rothweil am Kaiserstuhl.

IX. Haloidsteine.

Sie haben $\dddot{A}l$ und neben der $\dddot{S}i$ noch eine besondere Säure, wie Chlor, Schwefelsäure. Sie nähern sich dadurch den Salinischen Steinen.

1. Lasurstein.

Nach seiner Farbe genannt, ohne Zweifel der Σάπφειρος des Theophrast, Sapphirus des Plinius hist. nat. 37. 39: in sapphiris aurum punctis collucet coeruleis . . . similis est coelo sereno, propter aurea puncla stellis ornato, d. h. in den blauen Saphiren leuchtet Gold in Punkten, ... er gleicht dem heitern Himmel, aber wegen der Goldpunkte dem mit Sternen geschmückten. Die Araber nannten ihn Azul (blau), darnach Lapis Lazuli, Lazulith Hauy, doch versteht man in Deutschland darunter den Blauspath. Wegen seines Verhaltens im Feuer stellt ihn Cronstedt zu den Zeolithen.

Er soll in Granatoedern krystallisiren (Dufrénoy Tract. Min. III. 675), deren Flächen ein 6fach blättriger Bruch entspricht (Hoffmann Miner. II. a. 276). Gewöhnlich findet man ihn nur in derben Stücken von feinkörniger Struktur, prachtvoll lasurblau in allen Graden der Höhe. Härte 5—6, Gewicht 2,96, das Pulver nur 2,76.

Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht sonderlich schwer zu einem Glasknöpfchen, und entfärbt sich dabei. Cronstedt stellte ihn deßhalb zu den Zeolithen. In Salzsäure entwickelt sich etwas Schwefelwasserstoff, der Schwefelgehalt gibt sich auch durch eine Hepar mit Soda zu erkennen. Die Analyse nach Varrentrapp 45,5 $\dddot{S}i$, 31,7 $\dddot{A}l$, 9,1 $\dot{N}a$, 3,5 $\dot{C}a$, 5,9 Schwefelsäure, 0,86 Eisen und 0,95 Schwefel. Das Wasser zieht Gyps aus.

Marco Paolo auf seiner berühmten Reise zum großen Tartarenfürsten (1271) fand am Westrande des Belur-Tag (Nebelgebirge) im obern Flußgebiet des Oxus (Badakschan) diesen merkwürdigen Stein, welcher wie das Eisen in Bergwerken gewonnen wurde. Die Armenischen Kaufleute bringen ihn von hier in den Handel (Orenburg). Er wird besonders zu Tafeln geschnitten, in Italien zum Schmuck der Kirchen verwendet. Im kaiserlichen Schloß von Zarskojeselo südwestlich Petersburg findet sich ein Zimmer mit Bernstein und Lasurstein getäfelt. Bei Mosaikarbeiten wird die schöne Bläue zum Himmel verwendet. Unter den Alterthümern findet man sie mit vertieften Figuren. Neuerlich auch in den Cordilleren in großer Menge gefunden. Besonders wichtig war früher ihre Anwendung als Ultramarin: so heißt das feingeschlämmte Pulver desselben, wovon das Loth des feinsten auf 12 Thaler kam. Durch Hrn. Chr. Gmelin (Ueber die künstliche Darstellung einer dem Ultramarin ähnlichen Farbe, siehe naturwissenschaftliche Abhandlungen, herausgegeben von einer Gesellschaft in Württemberg 1828. II. 191) scheint man auf die künstliche Bereitung dieser schönsten aller blauen Farben geführt zu sein, die jetzt in Paris, Meißen und Nürnberg außerordentlich billig dargestellt wird. Nach Varentrapp (Pogg. Ann. 49. 521) scheint die blaue Farbe von einer Schwefelverbindung, wahrscheinlich des Eisens, herzurühren, denn je mehr Schwefeleisen, desto blauer.

Hauyn nannte Bruun Neergaard das lichtblaue 6fach blättrige Fossil, welches sich in den Auswürflingen des Vesuvs und den vulkanischen Tuffen des Albaner Gebirges findet. Gew. 2,8. In Salzsäure entwickelt es ebenfalls Schwefelwasserstoff, hat aber einen wesentlichen Gehalt von 15,4 Kali, Whitney gibt ihm die Formel

$$\dot{K}^3 \dddot{Si} + 3 \ddot{Al} \dddot{Si} + 2 \dot{Ca} \dddot{S},$$

denn L. Gmelin fand darin 12,4 Schwefelsäure und 12 $\dot{Ca}$. Die blauen im glasigen Feldspathgestein mit gelben Titaniten vom Lachersee und besonders aus den berühmten Mühlsteinlaven von Niedermendig sind dagegen Natronhaltig (9,1 $\dot{Na}$). An letztern kann man den 6fach blättrigen Bruch fast so leicht darstellen als beim Flußspath. Die Stücke sehen außen wie angeschmolzen aus. Gew. 2,5. Whitney sieht die aus den Mühlsteinen für 1 Atom Nosean + 2 Atom Albaner Hauyn an, was auch das specifische Gewicht anzudeuten scheint.

Nosean Klaproth. Nose, Nöggerath Mineral. Studien pag. 109 und 162, entdeckte ihn in den Fündlingen des glasigen Feldspathgesteins am Lachersee. Die granatoedrischen Krystalle haben eine graue Farbe, vielleicht weil ihnen das Schwefeleisen fehlt. Weil am Granatoeder auch Oktaeder und Würfel vorkommt, so nannte sie Nose Spinellan. Auffallender Weise beträgt das specifische Gewicht nur 2,26. Varrentrapp gibt 17,8 $\dot{Na}$ bei 1,1 $\dot{Ca}$ an, darnach die zweifelhafte Formel

$$\dot{Na}^3 \dddot{Si} + 3 \ddot{Al} \dddot{Si} + \dot{Na} \dddot{S}.$$

Auch sie sind außen wie angeschmolzen.

Ittnerit Ch. Gmelin Schweigg. Journ. VI. 74. Fand sich derb nesterweis mit eingesprengtem schlackigem Magneteisen im Melaphyr bei Ober-Bergen am Kaiserstuhl. Die faustgroßen Stücke zeigen eine körnige Struktur mit einem vielfach (6fach) blättrigen Bruch, der die Körner sehr

hervorhebt. Gew. 2,37 und graue Farbe erinnern sehr an Nosean, die Analyse gab 34 $\dddot{\text{Si}}$, 28,4 $\dddot{\overline{\text{Al}}}$, 12,1 $\dot{\text{Na}}$, 1,6 $\dot{\text{Ka}}$, 7,3 $\dot{\text{Ca}}$, 2,9 $\dddot{\text{S}}$, 10 $\dot{\overline{\text{H}}}$, etwas Schwefel und Chlorwasserstoff. Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht sehr schwer zu einem Perlsteinartigen Glase. Er gab 1822 den Anstoß zu einer Entdeckung des künstlichen Ultramarins. Chr. Gmelin (Schweigg. Journ. 36. 74) bemerkte nämlich, daß das Mineral nach dem Glühen an den meisten Stellen eine schöne blaue Farbe angenommen hatte, und da dasselbe mit Säuren unter augenblicklichem Verlust der Farbe Schwefelwasserstoff entwickelte, was auch beim Ultramarin Statt findet, so wurde es ihm sehr wahrscheinlich, daß Schwefel das färbende Princip des Ultramarins sei.

2. Sodalith.

Gieseke entdeckte das grüne etwas fettglänzende Mineral in einem Feldspathgestein mit Eudialyt und Arfvedsonit zu Kangerdluarsuk in Grönland. Die Chemiker hielten es anfangs für Natrolith pag. 276, später fanden sich aber farblose Granatoeder in den Somma-Auswürflingen, nun gab ihnen Thomson den Namen Sodalith, um dadurch an den Natrongehalt zu erinnern.

Regulär. Den Granatoederflächen entspricht ein 6fach blättriger Bruch, das hält sie in großer Verwandtschaft mit Lasurstein. Härte 6, Gew. 2,3.

Vor dem Löthrohr soll der Grönländische leichter schmelzen als der Vesuv'sche. Sie bestehen aus Eläolithartiger Masse + Steinsalz

$$= \dot{\text{Na}}^3\,\dddot{\text{Si}} + 3\,\dddot{\overline{\text{Al}}}\,\dddot{\text{Si}} + \text{Na}\,\overline{\text{Cl}}.$$

In Säure bilden sie eine Gallerte.

Am Ilmengebirge bei Miask findet sich in dem Eläolithhaltigen Miascit ein lasurblaues sechsfachblättriges Fossil eingesprengt, von 2,29 Gew., das man früher Cancrinit nannte, nach G. Rose (Reise Ural. II. 52) aber ganz die Zusammensetzung des Sodaliths hat. Es entwickelt in Salzsäure durchaus keinen Geruch nach Schwefelwasserstoff, daher leitet Rose wie im blauen Steinsalz die Farbe von organischer Materie her. In einem ähnlich blauen von Litchfield (Maine), in allen Säuren mit größter Leichtigkeit löslich, vermuthet Whitney Eisensäure als Färbendes. Pogg. Ann. 70. 436.

3. Cancrinit.

Zu Ehren des Russischen Finanzministers Grafen von Cancrin. G. Rose (Reise Ural II. 55) trägt den für den blauen uralischen Sodalith gebrauchten Namen auf dieses licht rosenrothe Mineral über, welches ebenfalls im Eläolithhaltigen Miascit des Ilmengebirges sich findet, und aus Eläolith + Kalkspath

$$= \dot{\text{Na}}^2\,\dddot{\text{Si}} + \dddot{\overline{\text{Al}}}\,\dddot{\text{Si}} + \dot{\text{Ca}}\,\ddot{\text{C}}$$

zu bestehen scheint. Ein dreifach blättriger Bruch bildet eine reguläre sechsseitige Säule, mit starkem Perlmutterglanz, im Querbruch Fettglanz.

Härte 5—6, Gew. 2,45. Vor dem Löthrohr schmelzen sie mit Schäumen, und mit Salzsäure brausen sie. Der Gehalt an $\dot{\text{Ca}}\,\ddot{\text{C}}$ ist um

so merkwürdiger, als derselbe frei im Miascit nicht vorkommt. Struve (Pogg. Ann. 91. 613) gibt bei den gelben vom Tunkinskischen Gebirge westlich Irkutsk noch ein Atom Wasser an.

Hermann's Stroganowit aus Geschieben der Slüdänka in Daurien, von lichtgrüner Farbe, H. = 5, Gew. 2,79, soll $\dot{C}a^2 \ddot{S}i + 2 \ddot{A}l \ddot{S}i + \dot{C}a \ddot{C}$ sein, worin die 20,2 $\dot{C}a$ durch 3,5 $\dot{N}a$ ersetzt werden. Trotz der gleichen chemischen Formation soll er nur 2 Blätterbrüche haben, die sich fast rechtwinklig schneiden.

X. Metallsteine.

Haben neben der Kieselsäure einen metallischen Gehalt, folglich höheres Gewicht, dunkele Farbe und sind ihrem Ansehen nach mit mehreren Orydischen Erzen leicht verwechselbar.

1. Titanit.

Klaproth Beitr. I. 245 nannte ihn nach dem Titangehalt. Werner schied ihn nach der Farbe in Braun- und Gelb-Menakerz. Hauy nannte die gelbgrünen Alpinischen Sphen (σφήν Keil), später Titane siliceo-calcaire. Ihre Form hat G. Rose 1820 in seiner Doktordissertation (de Sphenis atque Titanitae systemate crystallino) festgestellt.

2 + 1gliedriges Krystallsystem. Eine geschobene schiefgestreifte Säule $l = a : 3b : \infty c$ macht vorn einen Winkel von 133^0 $48'$. Die Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ scheint etwas, aber doch nicht bedeutend blättrig; $P/l = 94^0\ 38'$, daraus ergibt sich die Neigung von P gegen die Are c $84^0\ 58'$ *). Hinten liegt $x = \frac{1}{9}a' : \infty b : c$, sie ist meist bauchig gekrümmt und läßt sich daran sehr leicht erkennen; $x/l = 124^0\ 12'$. Legt man diese drei Winkel zu Grunde, so macht der Arenwinkel a/c auf der Seite von P $89^0\ 53'$, weicht also nur um $7'$ vom rechten Winkel ab, was offenbar vernachläßigt werden kann. Wir haben daher die rechtwinkligen Aren

$$a : b = 11,354 : 8,873 = \sqrt{128,91} : \sqrt{78,73} = \lg 1,05514 : \lg 0,94807$$

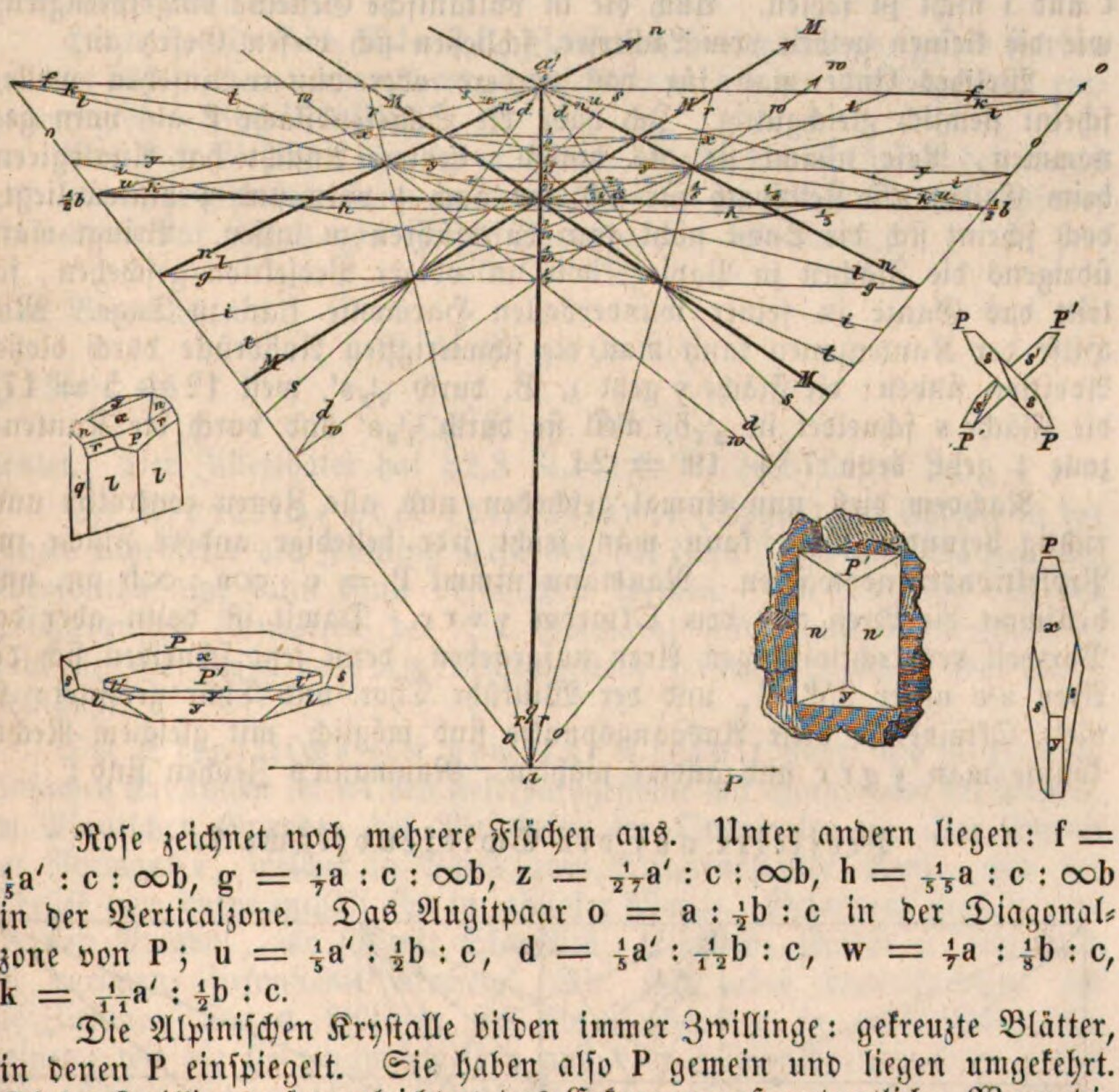
$y = \frac{1}{17}a' : \infty b : c$ sehr glänzend, macht mit der darunter liegenden P $60^0\ 27'$. Ein augitartiges Paar $n = \frac{1}{5}a' : \frac{1}{4}b$ macht mit der anliegenden l $79^0\ 5'$ (l/n) und der anliegenden P $144^0\ 53'$ (P/n).

Diese fünferlei Flächen l P x y n bilden in den Spalten des Schweizer Urgebirges die gewöhnlichsten Zwillinge, statt n tritt auch $s = \frac{1}{17}a' : \frac{1}{24}b : c$ auf, $s/s = 112^0\ 14'$ in der Diagonalzone von y liegend. Diese Krystalle ziehen sich gern nach der Vertikalzone P x y in die Länge. Hat man diese Flächen einmal erkannt, dann bleibt für die Bestimmung der übrigen wenig Schwierigkeit: $q = b : \infty a : \infty c$ stumpft die scharfe Kante der Säule l gerade ab, und in der Zone von q nach l sieht man öfter eine kleine Abstumpfungsfläche $M = a : b : \infty c$ (von welcher G. Rose als Säule ausgeht), die vorn einen scharfen Winkel $M/M = 76^0\ 2'$ machen. Die Flächen M erscheinen so untergeordnet, daß Andere l/l als Säule genommen haben,

*) G. Rose gibt fälschlich $85^0\ 6'$ an.

dann darf man die Rose'schen Axenzeichen b nur mit $\frac{1}{3}$ multipliciren. Bei Tyroler Krystallen findet sich oft in der Diagonalzone von P die Fläche $r = a : \frac{1}{6}b : c$, sie stumpft außerdem die Kante l/n ab. Da ferner vorn auch öfter die Kante l/r durch $t = \frac{1}{19}a : \frac{1}{12}b : c$ abgestumpft ist, so bilden y l t r n eine der wichtigsten Zonen des Titanitsystems, welche sich namentlich auch durch die ihr folgenden Streifung auf l und r leicht verräth. Auch unter P kommt vorn öfter eine sehr deutliche Schiefendfläche vor, welche meist $v = \frac{1}{19}a : c : \infty b$ zu sein scheint, sie wird durch das Augitpaar $i = \frac{1}{10}a : \frac{1}{3}b : c$ bestimmt, welches die Kanten P/l abstumpft. Es liegen folglich l v i r in einer Zone.

Projicirt auf die Gradendfläche $c : \infty a : \infty b$.



Rose zeichnet noch mehrere Flächen aus. Unter andern liegen: $f = \frac{1}{5}a' : c : \infty b$, $g = \frac{1}{7}a : c : \infty b$, $z = \frac{1}{27}a' : c : \infty b$, $h = \frac{1}{55}a : c : \infty b$ in der Verticalzone. Das Augitpaar $o = a : \frac{1}{2}b : c$ in der Diagonalzone von P; $u = \frac{1}{5}a' : \frac{1}{2}b : c$, $d = \frac{1}{5}a' : \frac{1}{12}b : c$, $w = \frac{1}{7}a : \frac{1}{8}b : c$, $k = \frac{1}{11}a' : \frac{1}{2}b : c$.

Die Alpinischen Krystalle bilden immer Zwillinge: gekreuzte Blätter, in denen P einspiegelt. Sie haben also P gemein und liegen umgekehrt. Dieses Zwillingsgesetz erleichtert das Erkennen außerordentlich. Wenn die Krystalle sich kreuzen, so entstehen zweierlei Rinnen: die Rinne y/y' hat einen einspringenden Winkel 120° 54', den man leicht mittelst einer regulären sechsseitigen Säule controlirt; die Rinne zwischen den einspiegelnden P und P' macht durch die bauchigen x/x' = 94° 36', so daß langgezogene Krystalle sich fast rechtwinklig zu kreuzen scheinen. Manchmal sind es nur die unscheinbarsten tafelartigen Splitter, wie die von Dissentis, und doch kann man sie an dem Spiegel von P und P' leicht erkennen. Wenn die Krystalle tafelartig werden, so kreuzen sie sich nicht, und die Rinne

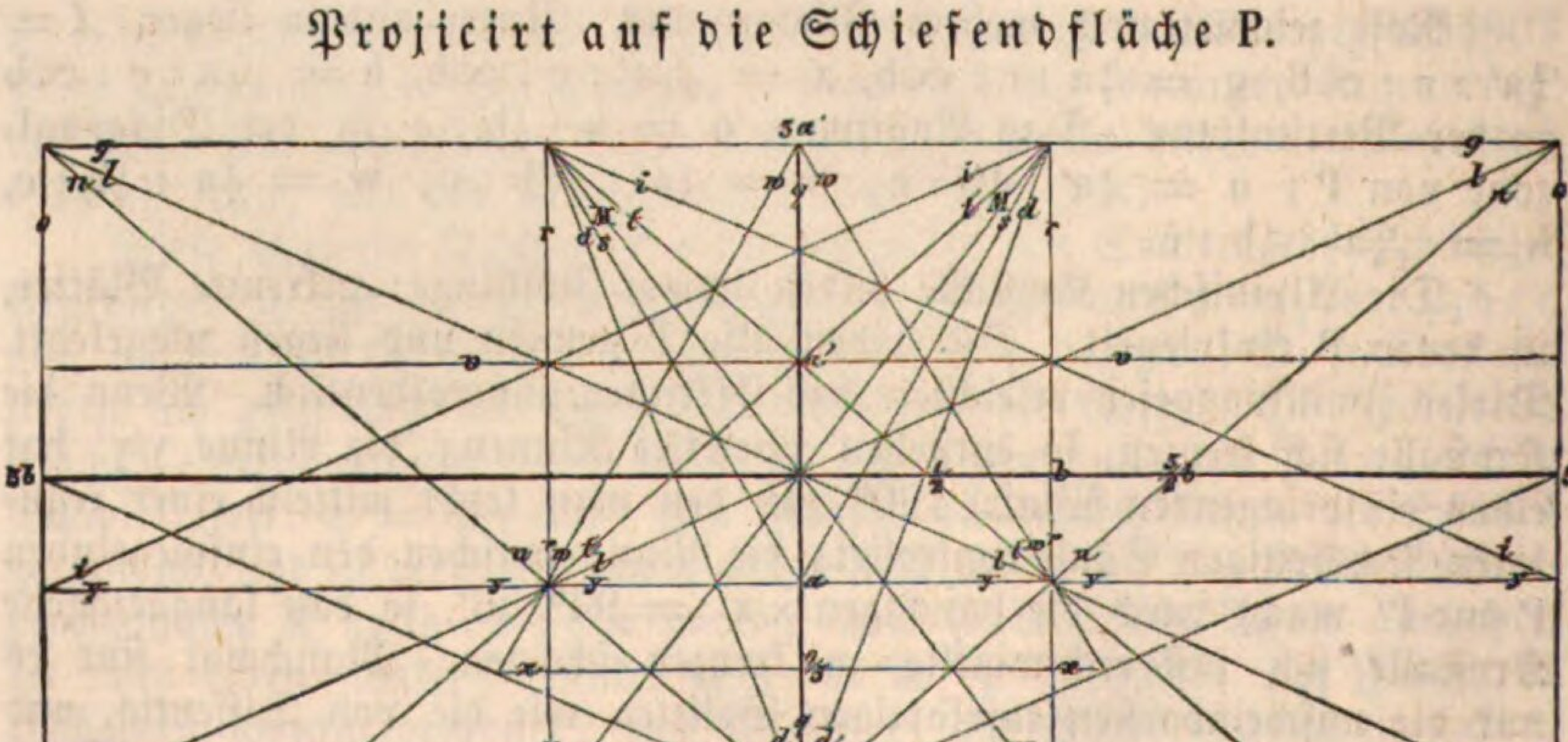
x/x' fällt weg, wohl aber bleibt der einspringende Winkel zwischen y/y', der dann orientirt. Die Fläche q spiegelt bei beiden ein, aber die schiefgestreiften l/l' machen einen stumpfen Winkel von 170° 12'. Saussure hat zuerst diese Rinnen beobachtet, und nannte die so leicht vereinzelt gefundenen Rayonnante en goullière. Dagegen bildet Werners

Braun-Menakerz, eingesprengt in den Sienit von Sachsen, Passau, Norwegen ꝛc. nie Zwillinge: es herrscht n/n = 136° 6' als Säule, auf welcher P und y eine Zuschärfung von 60° 27' bilden, die Hauy für zweigliedrig nahm, da P/n = 144° 53' und y/n = 141° 35' nur um 3° von einander abweichen. Es gesellt sich dazu gern das kleine Dreieck x, auch pflegen öfter die Flächen r aus der Diagonalzone von P sammt t und l nicht zu fehlen. Auch die in vulkanische Gesteine eingesprengten, wie die kleinen gelben vom Lachersee, schließen sich diesem Gesetz an.

Welches Ende man für das vordere oder hintere ansehen wolle, scheint ziemlich gleichgültig. Ich habe die Schiefendfläche P als vorn genommen, Rose nimmt sie als hinten. Letztere Ansicht hat Analogieen beim Epidot und Feldspath für sich, wo auch $\frac{1}{5}$ vorn und $\frac{1}{7}$ hinten liegt, doch scheint sich die Sache nicht ganz durchführen zu lassen. Bringt man übrigens die Flächen zu Papier, wie in obiger Projektion geschehen, so tritt das Ganze in seiner wundervollen Harmonie klar zu Tage. Mit Hilfe der Kantenzonen kann man die schwierigsten Ausdrücke durch bloße Addition finden: die Fläche y geht z. B. durch $\frac{1}{17}$a', weil 12 + 5 = 17, die Fläche s schneidet in $\frac{1}{24}$b, weil sie durch $\frac{1}{19}$a' und durch die Kantenzone $\frac{1}{7}$ geht, denn 7 + 19 = 24.

Nachdem dieß nun einmal geschehen und alle Zonen controlirt und richtig befunden sind, kann man leicht jede beliebige andere Fläche zur Projektionsebene wählen. Naumann nimmt P = c : ∞a : ∞b an, und bestimmt die Axen aus dem Oktaeder y v r r. Damit ist dann aber der Vortheil der rechtwinkligen Axen aufgegeben, denn jetzt schneiden sich die Axen a/c unter 95° 2', und der Willkühr Thor und Thür geöffnet: so viele Oktaide, so viele Ausgangspunkte sind möglich, mit gleichem Rechte könnte man y g r r und andere wählen. Naumann's Zeichen sind:

Projicirt auf die Schiefendfläche P.



P = oP = c : ∞a : ∞b; u = $\frac{1}{3}$P = $\frac{1}{3}$c : b : a; l = ∞P = ∞c : b : a; x = $\frac{5}{9}$P∞ = $\frac{5}{9}$c : a : ∞b; y = P∞ = c : a : ∞b; v = — P∞ = c : a' : ∞b; z = $\frac{14}{9}$P∞ = $\frac{14}{9}$c : a : ∞b; o = ($\frac{1}{3}$P) = $\frac{1}{3}$c : b : ∞a; r = (P∞) = c : b : ∞a; q = (∞P∞) = ∞c : b : ∞a; n = ($\frac{2}{3}$P2) = $\frac{2}{3}$c : b : 2a; t = — (2P2) = 2c : b : 2a'; s = (4P4) = 4c : b : 4a; M = (∞P3) = ∞c : b : 3a.

Die Zeichen sind allerdings einfacher, weil sie sich mehr dem allgemeinen Deduktionsgange vom Oktaide y v r r, zum Heraide P l l, und Dodekaide q i i fügen; besser wäre noch das Oktaid y g r r gewesen, weil seine Kantenzonen reicher entwickelt sind: aber die Entwickelung ist, möchte ich sagen, nicht so interessant, und der Vortheil der rechtwinkligen Axen muß entscheiden.

Härte 5—6, Gew. 3,4—3,6. Zuweilen stark glänzend, grüne Farben bei den Alpinischen vorherrschend, dunkelbraune bei den im Urgebirge eingesprengten. Pyroelektricität.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer, wallt und sprüht dabei etwas auf, mit Phosphorsalz kann man auf Kohle im guten Reduktionsfeuer (besonders auf Zusatz von Zinn) Titanreaktion bekommen.

$$\ddot{Si}^2\ \dot{Ca}^3\ \ddot{Ti}^3,$$

was Berzelius als

$$2\ \dot{Ca}\ \ddot{Si} + \dot{Ca}\ \ddot{Ti}^3,$$

H. Rose als

$$\dot{Ca}^3\ \ddot{Si} + \ddot{Ti}^3\ \ddot{Si}$$

deutet. Der Zillerthaler hat 32,3 $\ddot{Si}$, 41,6 $\ddot{Ti}$, 26,6 $\dot{Ca}$, 1 $\dot{Fe}$.

Der Alpinische oder edle Titanit (Sphen) mit Chlorit in der ganzen Alpenkette als Zwilling verbreitet, hat öfter Farbe und Klarheit des Chrysoliths, und kann dann verschliffen werden. Die Krystalle von den verschiedensten Fundorten des St. Gotthardt sind ringsum krystallisirt, weil sie oft kaum auf dem Muttergestein haften, erreichen aber selten Zolllänge.

Der Sienitische oder gemeine Titanit findet sich in braunen einfachen Krystallen im weißen Feldspathgesteine mit Hornblende bei Passau, im Plauischen Grunde, bei Weinheim im Odenwalde ꝛc. Der Granit der Normandie, welcher in Paris zum Straßenpflaster dient, und der Obelisk von Luxor enthält ihn in zahlloser Menge. Besonders groß werden die von Arendal, wo sie mit Skapolith, Eläolith, Epidot ꝛc. oder auch im dortigen Zirkonsienit brechen. Sie sind aber dunkelfarbiger als die Zirkone. Daran schließen sich die Vorkommen in vulkanischen Gesteinen: wie die kleinen weingelben aus dem Feldspathgestein vom Lacher See (Rose's Spinellin, Fleuriau's Sémeline) und aus dem Klingstein des Mariaberges bei Aussig.

Gelbmenakerz nannte Werner die grüngelben spätigen Massen im Magneteisenerz von Arendal, aus den Hornblendegeschieben von Villerspitz im Stubaythal. Ihr Aussehen erinnert an Spatheisenstein, allein wir haben nur zwei blättrige Brüche, die sich etwa unter 125° schneiden, aber mehr schaligen Absonderungen gleichen.

Greenovit Dufrén. rosenroth, von St. Marcel, ist ein ausgezeichneter Titanit, der seine Farbe 0,76 $\ddot{Mn}$ verdankt.

Als **Silicate mit Titanoxyd**
merke etwa folgende seltene Sachen:

a) Schorlamit Shephard von Magnet-Cove in Arkansas, glänzend schwarz, 6gliedrig, aber meist derb. $\dot{C}a^3 \ddot{S}i + \dot{C}a \ddot{T}i + \ddot{F}e \ddot{S}i$.

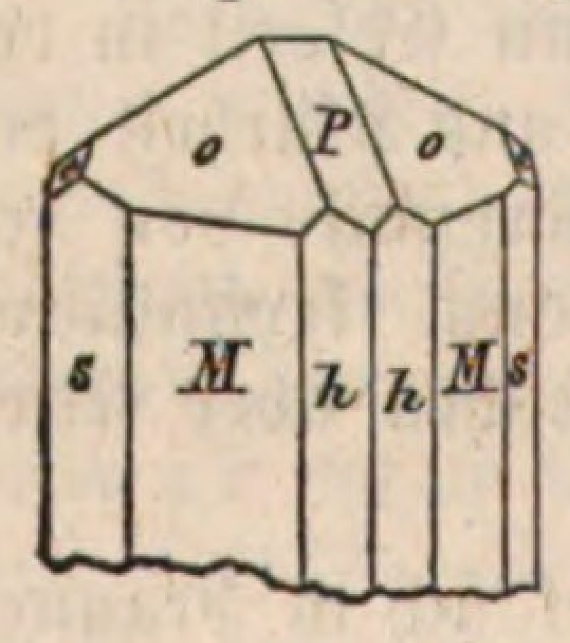
b) Mosandrit Erdmann im Sienit auf Lamansskäret bei Brevig eingesprengt. Ein deutlich blättriger Bruch, Augitähnliche Form, dunkelroth braun, Gew. 2,9, H. = 4. $\ddot{S}i$, $\ddot{T}i$, $\dot{C}a$, $\dot{L}a$, $\dot{C}e$, $\dot{M}n$, $\dot{K}$, $\dot{H}$.

c) Tschewkinit G. Rose Pogg. Ann. 48. 551 im Miascit des Ilmengebirges. Gadolinitartig schwarz. Gew. 4, 5. Härte = 5. Mit 21 $\ddot{S}i$, 20,2 $\ddot{T}i$, 47,3 $\dot{C}e \dot{L}a \dot{D}i$, welche nicht von einander getrennt wurden, 11,2 $\dot{F}e$, 3,5 $\dot{C}a$.

d) Yttrotitanit Scheerer Pogg. Ann. 63. 459 (Keilhauit) im Gneuse von Buön bei Arendal eingesprengt. Ein blättriger Bruch, braunroth, G. = 3,7, H. = 6—7. 30 $\ddot{S}i$, 29 $\ddot{T}i$, 18,9 $\dot{C}a$, 9,6 $\dot{Y}$, 6,3 $\ddot{F}e$, 6,1 $\ddot{A}l$.

2. Ilvait Steffens.

Lelievre untersuchte es 1806 zuerst, nannte es Yenit nach der Stadt Jena, um dadurch auf jene unglückliche Schlacht anzuspielen! Steffens Oryctogn. I. 356 schlug daher den passenderen Namen nach seinem Fundorte Elba vor, den Werner mit Lievrit vertauschte.



2gliedrige durch Längsstreifen entstellte Säulen, mit einem Paare P = a : c : ∞b auf die vordere Säulenkante aufgesetzt P/P = 112° 40′; von der Säule nimmt man M = a : b : ∞c 111° 12′ gewöhnlich als Ausgangspunkt, obgleich diese meist durch s = a : ½b : ∞c verdrängt ist, welche vorn in a 72° 16′ macht. Hauy ging vom Oblongoktaeder PPMM als Primitivform aus, das gibt die Axen

$$a : b = 1{,}501 : 2{,}193 = \sqrt{2{,}254} : \sqrt{4{,}808} = \lg 0{,}17647 : \lg 0{,}34097.$$

Das Oktaeder o = a : b : c hat 138° 26′ und 117° 34′ in den Endkanten; die drei zugehörigen Heraidflächen p = a : ∞b : ∞c, q = b : ∞a : ∞c und r = c : ∞a : ∞b kommen vor. Außerdem noch e = c : ½b : ∞a, h = ½a : b : ∞a. Die Säulen immer durch viele Streifungen entstellt, doch orientirt man sich leicht entweder durch das ausgedehnte Paar P, oder durch die nicht abgestumpfte seitliche Endkante des Oktaeders, die sich gut mit dem Handgoniometer auf 117° messen läßt. Die Blätterbrüche nicht sonderlich deutlich, aber die Krystalle zeigen nach der Gradendfläche öfter einen eigenthümlichen gelblichen Schiller.

Schwarz, mit halbmetallischem Fettglanz im Querbruch. H. 5—6, Gew. 4. Er gibt sich leicht durch einen Brauneisenocker-Beschlag zu erkennen, wodurch er sich schnell vom Turmalin unterscheidet.

$\dot{C}a^3 \ddot{S}i + 4 \dot{F}e^3 \ddot{S}i$ (Fer calcaréo-siliceux)

war die älteste Formel von Berzelius. Löst man indessen das Mineral in Salzsäure, wobei die Kieselerde sich als Gallerte ausscheidet, so wird mit Kohlensaurem Baryt nur ein Theil des Eisens, das $\ddot{F}e$ gefällt,

während noch viel $\dddot{\overline{F}}e$ in der Lösung bleibt; auch gibt die Behandlung mit Schwefelwasserstoff einen weißen Niederschlag von Schwefel, was auf Eisenoxyd deutet ($\dddot{\overline{F}}e + \overline{H}S = \ddot{F} + \dot{H} + S$). Daher änderte Berzelius später die Formel in

$$\dot{C}a^3\,\dddot{S}i + 3\,\dddot{\overline{F}}e\,\dddot{S}i,$$

wobei ein Theil der $\dot{C}a$ durch $\dot{F}e$ vertreten wird. Aber auch diese Formel ist jetzt aufgegeben, denn Rammelsberg fand $\dddot{S}i^4 = 29$, $\dddot{\overline{F}}e^2 = 24{,}6$, $\dot{F}e^6 = 331$, $\dot{C}a^3 = 13{,}4$, abgesehen von dem geringen Gehalt an Manganoxydul, das gäbe die Formel

$$3\,(\dot{F}e_2,\,\dot{C}a)^3\,\dddot{S}i + \dddot{\overline{F}}e^2\,\dddot{S}i.$$

Wegen des bedeutenden Eisengehaltes schmilzt er leicht zu einer magnetischen Kugel. Hauptfundort Elba, wo er südlich von Rio im Strahlstein der dortigen auf Marmor ruhenden Glimmerschiefer Drusenräume füllt. Auch zu Kupferberg in Schlesien kam er vor. Schneeberg, Schweden, Rhode-Island, Grönland.

Hisingerit Berzelius von Riddarhyttan bildet derbe Ueberzüge mit muscheligem Bruch, H. = 3—4, Gew. 3. Fettglanz, pechschwarz mit grünlich braunem Strich. Nach Rammelsberg. Pogg. Ann. 75. 398 $\dot{F}e^3\,\dddot{S}i + 2\,\dddot{\overline{F}}e\,\dddot{S}i + 6\,\dot{\overline{H}}$. Der von der Gillinger Grube hat 9 $\dot{\overline{H}}$. Kobell's

Thraulit von Bodenmais, wo er Ueberzüge auf Magnetkies mit Dichroit und Vivianit bildet, ist außerordentlich spröde, hat einen Opalbruch, pechschwarz mit auffallend ochergelbem Strich. Breithaupt's Thuringit soll ein wasserhaltiger Ilvait $3\,\dot{F}e^3\,\dddot{S}i + \dddot{\overline{F}}e^2\,\dddot{S}i + 9\,\dot{\overline{H}}$ sein. Der fasrige Anthosiderit aus dem Magneteisen von Brasilien &c. hier zu vergleichen.

Chlorophäit Macculloch ($\dot{F}e$, $\dot{M}g$) $\dddot{S}i^3 + 6\,\dot{\overline{H}}$, derbe Punkte in Mandelsteinen bildend auf den Faröer Inseln, zu Gill in Massachusetts, schwarz, serpentinartig mild, Härte 3, Gew. 2. Soll frisch pistaciengrün aussehen, aber schon nach wenigen Stunden schwarz werden. Manche auch strahlig blättrig. Wahrscheinlich zu den Afterbildungen der Serpentine gehörig. Den Krokydolith siehe beim Asbest pag. 226.

3. Gadolinit Ekeb.

Arrhenius entdeckte ihn im Granit von Ytterby bei Stockholm und Geyer (Crells Annal. 1788) machte ihn zuerst bekannt. Wegen seines schwachen Anschwellens vor dem Löthrohr hielt man ihn im Cronstedt'schen Sinne für schwarzen Zeolith. Gadolin fand (K. Vet. Acad. Handl. 1794) aber eine neue Erde darin, welche Eckeberg nach dem Fundorte des Minerals Yttererde nannte. Die erste jener merkwürdigen Erden der nordischen Minerale. Daher auch Ytterit, Ytterbyt genannt.

Krystalle zwar sehr selten, doch gibt schon Hauy einen Oktaederwinkel von 109° 28′, und Phillips einen Säulenwinkel von 115° an, beide stimmen auffallender Weise mit Epidot, und haben auch die gleiche Lage am Krystall.

Schwarz, Obsidianartiger Bruch, die Splitter grünlich, daher auch mit grünlich grauem Strich. Härte 6—7, Gew. 4,35.

Vor dem Löthrohr nur in den feinsten Splittern schmelzbar. Nimmt man etwas größere Stücke in die Platinzange, und nähert sich aus

größerer Ferne ganz allmählig der Flamme, so überziehen sie sich schnell mit einem hellen Schein (Aufglühen). Der Lichtschein geht aber schnell vorüber, und dann zeigen es die Stücke nicht wieder. Man erklärt es als ein Abgeben latenter Wärme. Es tritt kein Unterschied im absoluten, wohl aber im specifischen Gewicht ein, in dem sich letzteres von 4,35 auf 4,63 erhöht (Pogg. Ann. 51. 493). Die Stücke brennen sich gelblich. Die mehr unreinen Varietäten mit splittrigem Bruch sollen das Aufglühen nicht zeigen, dafür aber blumenkohlartig anschwellen. Man gibt ihm die Formel

$$(\dot{Y}, \dot{C}e, \dot{F}e)^3 \ddot{S}i^2.$$

Berzelius fand in dem glasigen von Finbo 25,8 $\ddot{S}i$, 45 Yttererde, 16,7 Ceroxydul, 10,3 $\dot{F}e$, und 2,2 Verlust; Scheerer im glasigen von Hitteröe 9,6 Beryllerde, und nach Mosander Pogg. Ann. 60. 311 besteht die Yttererde aus dreierlei Basen: Yttererde, Terbiumoxyd und Erbiumoxyd. Das Ceroxydul enthält Lanthan und wahrscheinlich auch Didym.

Vorkommen in grobkörnigen Graniten Schwedens, die unregelmäßige Gänge im Gneuse bilden: Ytterby, Finbo und Broddbo bei Fahlun, Insel Hitteröe an der Südküste Norwegens. Letzterer wird durch das Aufglühen schwerer 4,63, während er frisch 4,35 wiegt. Bei Fahlun erreichen die Stücke Faustgröße, sind gewöhnlich gerundet und von einer unreinern Rinde umhüllt. Yttererdehaltig sind außerdem: Phosphorsaure Yttererde 62 $\dot{Y}$, Fergusonit 42 $\dot{Y}$, Yttrotantalit 30 $\dot{Y}$, Yttrotitanit 9,6 $\dot{Y}$, Yttrocerit 9 $\dot{Y}$, Samarskit 11 $\dot{Y}$.

4. **Orthit** Berz.

Berzelius analysirte ihn 1815 von Finbo, wo er in denselben Blöcken als der Gadolinit vorkommt. Er bildet lange schmale plattige Strahlen, wornach er den passenden Namen bekam (ὀρθός grad).

Epidotkrystallisation pag. 235, was nicht blos der Winkel M/T = 115⁰ beweist, sondern bei Helsingfors bestehen auch die wahren Epidote innen häufig noch aus Orthit. Daher setzt man ihn neuerlich geradezu zum Epidot, was aber wohl etwas zu weit geht.

Sein Ansehen hat große Aehnlichkeit mit Gadolinit, aber leichter 3,6, doch hat er auch Feldspathhärte.

Vor dem Löthrohr schmilzt er dagegen leicht und wirft dabei lange Zeit hindurch Blasen, ohne sich wie der Epidot in eine unschmelzbare Schlacke zu verwandeln. Berzelius fand in denen von Finbo 36,2 $\ddot{S}i$, 14 $\ddot{\bar{A}}l$, 17,4 $\dot{C}e$, 3,8 $\dot{Y}$, 11,4 $\dot{F}e$, 1,3 $\dot{M}n$, 4,8 $\dot{C}a$, 8,7 $\dot{\bar{H}}$. Das Cer hat sich auch hier Lanthanhaltig gezeigt. Lange tastete man nach passenden Formeln, bis endlich die Verwandtschaft der Form mit Epidot, wie es scheint, auf den richtigen Weg geleiten möchte. Th. Scheerer (Dissertatio de fossilium Allanit, Orthit, Cerit, Gadolinitque natura et indole. Berlin 1840. pag. 27) nimmt zwar noch die Formel an:

$$2\,(\ddot{\bar{A}}l, \ddot{\bar{F}}e)\,\ddot{S}i + 3\,(\dot{C}e, \dot{F}e, \dot{C}a, \dot{Y}, \dot{L}a)^3\,\ddot{S}i,$$

doch da man Lanthan und Didym von Cer noch nicht quantitativ trennen konnte, auch die beiden Oxydationsstufen des Eisens noch nicht genau bestimmt sind, so könnte wohl die 3 vor dem zweiten Gliede wegfallen, und wir hätten dann genau die Epidotformel pag. 234. Rammelsberg

Pogg. Ann. 76. 98 nimmt dagegen die Granatformel $\dot{R}^3 \dddot{S}i + \bar{\dddot{R}} \dddot{S}i$ an, außerdem scheint ihm ein Atom $\dot{H}$ wesentlich, und im Orthit von Hitteröe mit 1017 Atomvolumen fand sich 8 $\bar{F}e$ und 8 $\dot{F}e$. Der Orthit vom Ural (1921 Atomvolumen) mit dem Arendaler Epidot pag. 234 verglichen haben wir folgende Atomvolumina:

$$1017 : 1268 : 1921 = 3 : 4 : 6,$$

woraus man den Isomorphismus erklären will!

Die Verbreitung ist viel größer, als die vom Gadolinit. In der Skandinavischen Halbinsel gibt Scheerer allein 60 Stellen an, und darunter die kolossalen Exemplare von Hitteröe, die mehrere Fuß im Granit fortsetzen. Die Strahlen gehen drusenartig von einem Punkte aus, und sie mögen eher erhärtet sein, als der sie umgebende Granit, da dieser sich abermals in strahliger Anordnung auf sie als Unterlage ansetzt (Zschau, Leonhard's Jahrb. 1852. pag. 656). Lange glaubte man, daß nur der Norden (Nordamerika, Grönland, Finnland) jene merkwürdigen Cerhaltigen Fossile liefere. Dann fand aber Breithaupt im Oligoklas von Boden bei Marienberg im Erzgebirge (Bodenit Leonhard's Jahrb. 1849. pag. 558) ein strahliges dunkelfarbiges Fossil mit 10,5 $\dot{C}e$, 17,4 $\dot{Y}$, 10,3 $\bar{A}l$, 26 $\dddot{S}i$, was also allem Anschein nach mit dem nordischen Fossile übereinstimmt. Credner (Leonh. Jahrb. 1848. pag. 199) glaubt ihn im Thüringer Wald bei Brotterode und an andern Punkten im Granit gefunden zu haben und Zschau (Leonh. Jahrb. 1852. pag. 652) beschreibt ihn ausführlich in zolllangen Strahlen aus den Titanit-Sieniten des Plauischen Grundes bei Dresden. Sehr ähnlich in Granitgängen der Sienite von Sulzbach bei Weinheim im Odenwald.

Allanit Thomson. Allan fand ihn in einer Grönländischen Sammlung, die ohne Zweifel von Giesecke stammt, der das Mineral im Grönländischen Granit von Iglorsoit ꝛc. entdeckte. Die schwarzen dicken unreinen Säulen zeigen ziemlich genau einen Winkel von 115°, und da schon Thomson 31,5 $\dot{C}e$ und 4,1 $\bar{A}l$, Stromeyer dagegen 21,6 $\dot{C}e$ und 15,2 $\bar{A}l$ darin fanden, so hält man ihn trotz seines verschiedenen Aussehens für Orthit, und sucht so gut es eben geht die Analysen anzupassen. Der schwarze

Cerin Hisingers mit Cerit zusammen von Riddarhyttan hat 26,2 Lanthanhaltiges Ceroxydul, die Yttererde soll ihm fehlen, und die 6,5 $\bar{A}l$ werden durch 25 $\bar{F}e$ $\dot{F}e$ verstärkt. So wenig die Analyse stimmt, so scheinen doch die kleinen tafelartigen Krystalle, die sich besonders im Kupferkiese finden, genau Epidot zu sein, nur erscheinen sie gewöhnlich als Zwillinge, die T gemein haben, und umgekehrt liegen, weßhalb sie anfangs zweigliedrig beschrieben wurden, doch sollen sie nach G. Rose (Kryst. Chem. Miner. pag. 85) vollkommen mit Epidot stimmen! Nach Kokscharow (Verhandl. Russisch. Kais. Mineral. Ges. 1847 pag. 174) ist Herrmann's

Ural-Orthit vom Ilmengebirge bei Miask, der vor dem Löthrohr blumenkohlartig aufschwellt, namentlich aber der mit so vielen Flächen versehene und mit dem Reflexionsgoniometer meßbare

Bagrationit (Pogg. Ann. 73. pag. 182) von Achmatowsk im Ural ein Cerhaltiger Epidot.

Ein Grund warum diese „Cerhaltigen Epidote" sich so hartnäckig der wahren Deutung entzogen haben, liegt theilweis auch in ihrer leichten Verwitterung: sie nehmen Wasser auf, ja Berzelius untersuchte einen Pyrorthit von Kårarfvet bei Fahlun, der obgleich sehr dem Orthit jener Gegend gleichend, weicher als Kalkspath war, nicht blos 26,5 $\dot{H}$, sondern sogar 31,4 Kohle und Verlust zeigte, daher auf Kohle förmlich Feuer fing und fortglimmte.

5. Cerit Berz.

Schon von Cronstedt als Bastnäs-Tungsten gekannt. Hisinger und Berzelius entdeckten darin 1804 ein neues Metall, was sie nach dem Planeten Ceres Cerium nannten, und darnach das Mineral Cerit, was Klaproth (Beitr. IV. 140) in Cererit veränderte. Werner nannte es Cerinstein, was man mit Cerin nicht verwechseln darf.

Die Krystalle sollen zwar nach Haidinger niedrige reguläre sechsseitige Säulen sein, allein er findet sich gewöhnlich nur in derben feinkörnigen röthlichen Massen, die an dichten Granat erinnern. Obgleich im Ganzen matt, so zeigen doch gute Stücke einen starken innern Glanz. Knapp Feldspathhärte und Gew. 5.

Das Gestein brach früher auf der neuen Bastnäs-Grube bei der Riddarhytta in Westmannland auf einem Kupferkieslager mit Strahlstein im Gneus. Feine Erzpunkte von Molybdän sind vielfach eingesprengt, die man wegen ihrer Feinheit leicht mit Bleiglanz verwechseln kann. Außerdem ziehen sich zwischen dem rothen Cerit schwarze Wolken durch, die mehr Cerinhaltig scheinen, und stellenweis ganz zu schwarzem Cerin werden. Gerade aus diesen Massen, rothen wie schwarzen, kann der Chemiker sich Cerium am leichtesten in größern Portionen verschaffen. In ihnen wurde daher nicht blos das Cerium, dessen rothbraunes Oxyd Klaproth Ochroiterde nannte, entdeckt, sondern 1839 fand Mosander, daß sich im Ceriumoxyd etwa $\frac{2}{5}$ eines neuen Metalls verstecke, welches die Eigenschaften des Ceriums nur wenig abänderte. Er nannte es daher Lanthan (λανθάνω verborgen sein). 1842 entdeckte derselbe sogar, daß das Ceroxyd und Lanthanoxyd stets noch ein anderes Oxyd enthalte, für dessen Metall er deshalb den Namen Didym (δίδυμοι Zwillinge) wählte.

$$(\dot{C}e, \dot{L}a, \dot{D}i)^3 \dddot{S}i + 3 \dot{H},$$

ein Gehalt an $\dot{F}e$ und $\dot{C}a$ unbedeutend. 18 $\dddot{S}i$, 68,6 $\dot{R}$, 9,6 $\dot{H}$ 2c. Unschmelzbar, brennt sich aber gelb, löst sich nicht sonderlich schwer im Borax, gibt dunkelgelbe Gläser, die kalt lichter werden.

Durch Zersetzung bildet sich ein Cerhaltiges Mineral $\dot{L}a^3 \ddot{C} + 3 \dot{H}$ (Lanthanit Haid.), was Berzelius früher für Kohlensaures Ceroxydul hielt. Es soll ein gelblich weißes blättriges Fossil sein, unter Kalkspathhärte. Bastnäs-Grube.

Tritomit Weibye (Pogg. Ann. 79. 299) aus dem Sienit von Lamö, wahrscheinlich tetraedrisch, weil es beim Zerschlagen immer dreiseitige Durchschnitte bildet. Dunkelbraun, Härte 6—7, Gew. 4—5. Enthält 20 $\dddot{S}i$, 40,3 $\dot{C}e$, 15 $\dot{L}a$.

Der **Parisit**, aus den Smaragdgruben des Hrn. Paris im Musso-Thale von Neugranada, wird als scharfes Diheraeder von 120° 34′ in den Endkanten beschrieben, die Gradendfläche sehr blättrig. Bräunlich gelb, Gew. 4,3, Flußspathhärte. $8\ \dot{R}\ \ddot{C} + \dot{R}\ \dot{H}^2 + 2\ Ca\ Fl$, worin $\dot{R} = \dot{C}e, \dot{L}a, \dot{D}i$. Nehmen wir dazu Fluorcerium 82 $\dot{C}e$, Monazit 50 $\dot{C}e\ \dot{L}a$, Tschewkinit 47 $\dot{C}e\ \dot{L}a\ \dot{D}i$, Yttrocerit 18 $\dot{C}e$, Aeschinit 11 $\dot{C}e\ \dot{L}a$, so haben wir die wichtigsten Cerfossilien beisammen.

6. Thorit Berz.

Wurde von Pastor Esmark 1828 in einem bräunlichen Faserzeolith (Bergmannit), der im Zirkon-Sienit auf der Insel Lövön bei Brevig im südlichen Norwegen bricht, entdeckt. Berzelius fand darin die seltene Thorerde, welche er nach dem nordischen Gott Thor nannte (Pogg. Ann. 15. 633 und 16. 385). Wie der Gadolinit gleichen die kleinen derben Stücke einem schwarzen Obsidian, mit rostfarbenem Ueberzuge, graulichrothem Strich, Gew. 4,6, vom Messer leicht geritzt.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, und sich gelb brennend, $\dot{T}h^3\ \dddot{S}i + 3\ \dot{H}$ mit 19 $\dddot{S}i$, 58 $\dot{T}h$, 2,6 $\dot{C}a$, 3,4 $\dddot{\bar{F}}e$, 2,4 $\dddot{\bar{M}}n$, 1,6 Uranoxyd, 9,5 $\dot{H}$, etwas Blei, Zinn, Kali, Natron ꝛc.

Orangit Krantz (Pogg. Ann. 82. 586), nach seiner Pommeranzengelben Farbe genannt, in der gleichen Gegend des Langesundfjord, öfter ganz von Thorit umgeben, so daß er damit in engster Beziehung zu stehen scheint. Splittriger Bruch, Härte 4—5, Gew. 5,3. Bergemann wollte darin ein neues Metall Donarium gefunden haben, es hat sich aber bald gezeigt, daß es nur durch Uran, Vanadin, Zinn ꝛc. vereinigte Thorerde war (Pogg. Ann. 85. pag. 555) $\dot{T}h^3\ \dddot{S}i + 2\ \dot{H}$.

Die der Yttererde so verwandte Thorerde ist außerdem bekannt im Pyrochlor 13 $\dot{T}h\ \dot{C}e$, Monazit 18 $\dot{T}h$.

7. Kieselzinkerz.

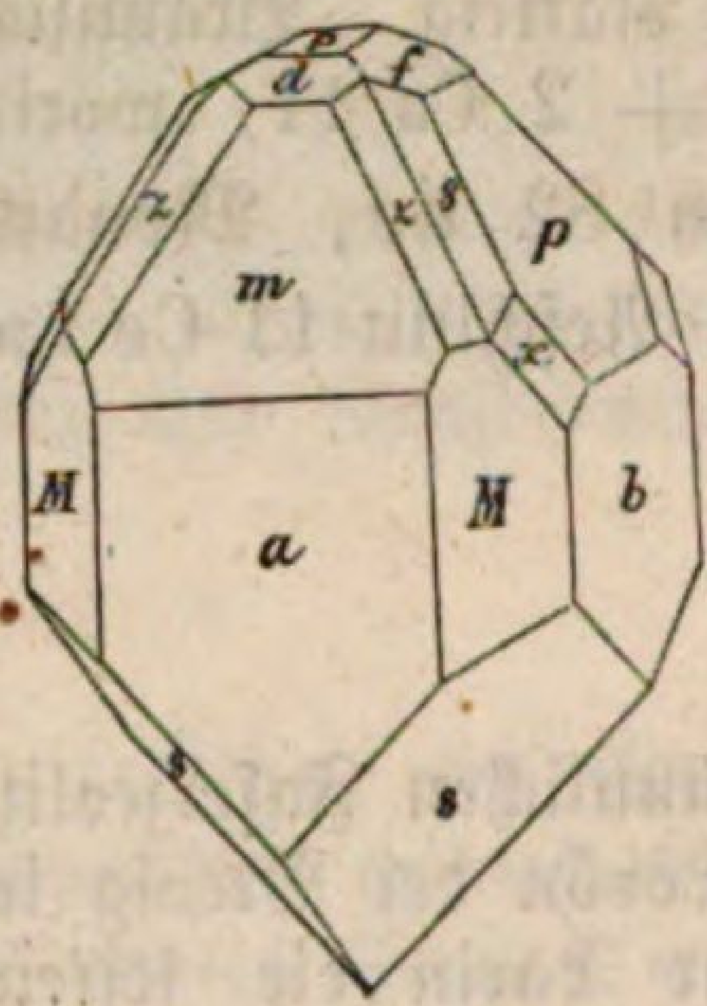
Werner hatte es vorzugsweise beim Galmei, wo man es auch abhandeln könnte, wegen der Zinkischen Basis. Sein Aussehen ist schwerspathartig, daher Zinkbaryt Mohs, unpassender ist Zinkglas Hausmann.

Ausgezeichnetes **zweigliedriges System**, aber meist nur in wenige Linien großen Krystallen, nur bei Nertschinsk erreichen sie 1½″ Länge. Es sind gewöhnlich oblonge Tafeln, woran die lange Seite eine deutlich blättrige Säule $M = a : b : \infty c$ von 103° 56′ bildet, die Zuschärfung auf die scharfe Kante $f = b : c : \infty a$ hat 128 • 28 nach den Messungen von Levy, das gibt

$$a : b = 1{,}62 : 2{,}072 = \sqrt{2{,}626} : \sqrt{4{,}292} = \lg 0{,}20965 : \lg 0{,}31632.$$

Die Fläche $b = b : \infty a : \infty c$ gewöhnlich übermäßig ausgedehnt, und nach ihr breiten sich die Krystallgruppen fächerförmig aus, so daß man sie leicht entziffern kann. Das dritte zugehörige Paar $d = a : c : \infty b$ mit der dreifach schärfern $m = a : 3c : \infty b$ fehlen fast nie, und auf die stumpfe Kante findet sich kein anderes Paar aufgesetzt. Dagegen kommen auf die scharfe eine ganze Reihe vor $2b : \infty a$, $\frac{1}{2}b : \infty a$, $p = \frac{1}{3}b : \infty a$,

$\frac{1}{5}b : \infty a$, $\frac{1}{7}b : \infty a$, und da nun auch $P = c : \infty a : \infty b$ nicht fehlt, so scheint diese Zone nicht selten ganz gerundet. In der Säulenzone liegen $a = a : \infty b : \infty c$, $a : \frac{1}{3}b : \infty c$ und $a : \frac{1}{5}b : \infty c$.



Oktaeder finden sich selten, doch kommen am Altenberg bei Achen kleine ringsum ausgebildete Krystalle vor, welche am untern sonst immer aufgewachsenen Ende das vollständige Oktaeder $s = a : \frac{1}{2}b : c$ zeigen ohne P und alle andern Nebenflächen, während oben P oder die Paare herrschen, und die s entweder ganz fehlen, oder doch nur untergeordnet auftreten. Das nicht selten sehr complicirte Oberende zeigt öfter noch $z = \frac{1}{2}a : b : c$, $x = a : \frac{1}{4}b : c$ und $n = \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}b : c$, so daß also das Hauptoktaeder nicht vorkommen würde (G. Rose Abh. Berl. Akad. 1843. pag. 70). Mit dieser merkwürdigen polaren Hemiedrie scheint auch die Pyroelektricität im Zusammenhange zu stehen, denn die (untere) Oktaederspitze zeigt sich immer antilog, und das freie Oberende analog elektrisch. Es kommen auch Zwillinge vor, welche die Gradendflächen P ihrer Oktaederspitzen gegen einander kehren, sonst aber ganz parallel stehen, wenn hier die einspringenden Winkel von s/s′ sich ausfüllen, so sind es einfache an beiden Enden gleich ausgebildete Krystalle, die an ihren Axenpolen c nur analoge Elektricität zeigen, während in der Mitte die antilogen Pole liegen.

Es wird sehr leicht und stark durch Erwärmen elektrisch. Rieß erhitzte es bis auf 40^0, nach Hauy zeigte es sogar noch bei $- 6^0$ eine bemerkbare Einwirkung auf die Magnetnadel von Coulombs Drehwage. Farblos bis weiß, oder doch nur mit zufälligen Farben, etwas stark glänzend, H. = 5, Gew. 3,38. Durch Reibung phosphorescirend.

Vor dem Löthrohr zerspringt es stark, besonders nach der Gradendfläche, auch kann man es kaum zum Schmelzen bringen, doch leuchten die Proben mit grünlichem Lichte, auf Kohle bekommt man einen schwachen Zinkbeschlag, besonders mit Soda behandelt. Mit Säure gelatinirt es stark. Daher wurde der lamellenförmige des Breisgau lange mit Faserzeolith verwechselt.

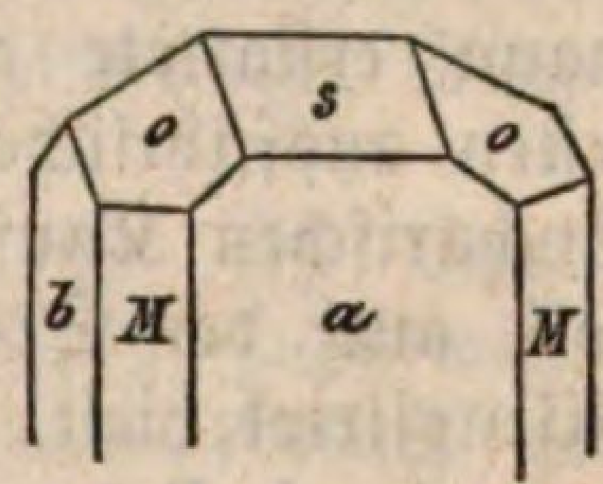
$$2\ \dot{Z}n^3\ \dddot{S}i + 3\ \dot{H} \text{ mit } 67\ \dot{Z}n,\ 25{,}6\ \dddot{S}i,\ 7{,}5\ \dot{H}.$$

Das Kieselzinkerz kommt mit Galmei zusammen auf Spalten im Kalkgebirge vor, der Uebergangskalk von Lüttich, Aachen, Iserlohn ꝛc., der Muschelkalk von Tarnowitz in Schlesien und Wiesloch am Südabhange des Odenwaldes, der Jurakalk von Bleiberg und Raibel ohnweit Villach und Kärnthen sind berühmte Punkte. Gewöhnlich von Bleiglanz begleitet. Auch auf Bleiglanzgängen, wie z. B. zu Matlok in Derbyshire oder Hofsgrund auf dem Schwarzwalde zeigt es sich. Es soll zuweilen auch traubig sein, doch die meisten traubigen gehören zum Galmei. Uebrigens muß man sich bei der Säureprobe in Acht nehmen, denn das Kieselzinkerz löst sich auch leicht und bildet dabei viel Bläschen, die man leicht als Brausen auslegen könnte, so wie man jedoch mit etwas größern Proben Versuche anstellt, so bekommt man gleich eine steife Gallerte, die man nicht aus dem Glase schütten kann. Derbe Massen pflegen viel mit Galmei verunreinigt zu sein.

Willemit Levy, fand sich am Altenberg bei Aachen, wo er in kleinen gelben regulären sechsseitigen Säulen mit einem stumpfen Rhomboeder von 128° 30′ in den Endkanten vorkommt. Ein deutlicher Blätterbruch nach der Gradendfläche. Die Krystalle sind aber so klein, daß man Mühe hat, sie zu erkennen. Gew. 4,1, denn er ist wasserfrei und $\dot{Z}n^3 \ddot{S}i$. Shepard's gelblicher

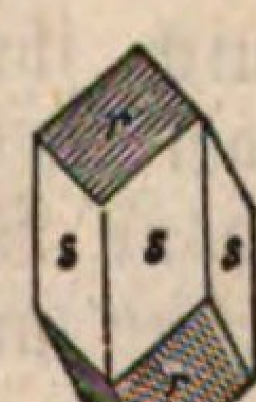
Troostit mit Franklinit zu Sterling vorkommend, soll ein Rhomboeder von 124° haben, und aus $(\dot{Z}n, \dot{M}n, \dot{M}g)^3 \ddot{S}i$ bestehen.

Hopeit Brewster, ebenfalls vom Altenberge, aber noch seltener. Er wird 2gliedrig beschrieben. Nach Levy eine geschobene Säule M = a : b : ∞c von 120° 26′; ein Paar auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt s = a : c : ∞b macht 101° in c, dieser Winkel steht dem Säulenwinkel M/M des Kieselzinkerzes nahe. Doch soll das zugehörige Oktaeder o = a : b : c eine vordere Endkante von 140° und eine seitliche von 106° 22′ haben, was sich mit Kieselzinkerz nicht in Uebereinstimmung bringen läßt. Von den drei Hexaidflächen c : ∞a : ∞b, b = b : ∞a : ∞c und a = a : ∞b : ∞c ist letztere so blättrig, daß der Perlmutterglanz an Strahlzeolith erinnert. Immer an beiden Enden gleich ausgebildet. Kalkspathhärte, Gew. 2,7. $\dot{Z}n$, $\dot{H}$ und eine unbekannte Mineralsäure. Jacquot's Mancinit von Mancino bei Livorno soll zwei ungleiche Blätterbrüche von 92° haben, aber chemisch mit Willemit stimmen.



8. Dioptas Hauy.

Werner's Kupfer-Smaragd, wegen seines prachtvollen dunkeln Smaragdgrüns so genannt. Er kommt fast nur in einem dreigliedrigen Dodekaid vor, mit 3 + 3 + 6 Kanten: die 3 Endkanten des Rhomboeders r = a : a : ∞a messen 95° 33′, was einem Würfel nahe kommt, daher die 6 Zickzackkanten, welche die 2te Säule s = a : ½a : a : c mit dem Rhomboeder macht, 132° 14′. Folglich



$$a = 0{,}9385 = \sqrt{0{,}8808} = \lg 9{,}97243.$$

Wenn man gegen die Endkanten des Rhomboeders sieht, so bemerkt man in der Richtung des nächsten stumpfern Rhomboeders ein starkes Licht, was auf einen blättrigen Bruch hinweist, der sich mit dem Federmesser darstellen läßt, aber noch nicht ganz so deutlich als beim Flußspath ist. Hauy gründete auf dieses innere Licht den Namen Dioptas. Das Rhomboeder des blättrigen Bruchs hat in den Endkanten 126° 1′. Bergmeister Credner (Leonhard's Jahrb. 1839. pag. 404) fand von den 6 Zickzackkanten r/s die eine abgestumpft, die andere nicht, was auf eine merkwürdige Hemiedrie (Rhomboeder von Zwischenstellung) hinweisen würde. Man findet dieß allerdings zuweilen, und die Sache scheint dadurch noch ein Gewicht zu bekommen, daß ihr eine wenn auch undeutliche Streifung auf der Rhomboederfläche parallel geht. Es fällt übrigens auf, daß man so selten untergeordnete Flächen an diesem merkwürdigen Dodekaide zu Gesicht bekommt.

Dunkel smaragdgrün, mit geringer Durchsichtigkeit, Härte 5, Gew. 3,2. Vor dem Löthrohr färben sie die Flamme grün, besonders wenn man sie in Borax löst, das deutet auf Kupfer- und nicht auf Chromfärbung. Mit Soda auf Kohle kann man das Kupferkorn auch darstellen. Sie schmelzen nicht, färben sich aber schnell schwarz. Säure läßt ein Kieselskelett zurück.

$$\dot{C}u^3 \ddot{S}i^2 + 3 \dot{H} \text{ mit } 38{,}7\ \ddot{S}i,\ 49{,}9\ \dot{C}u,\ 11{,}3\ \dot{H}.$$

Einziger Fundort das Land der mittleren Kirgisenhorde zwischen Ural und Altai, die Kirgisen nennen die Hügel Altyn-Tubeh am Flüßchen Altyn-Szu. Die fetten über $\frac{1}{2}''$ großen Krystalle brechen in einem dichten Kalkstein mit Kalkspath, und bröckeln gern von ihrer Unterlage ab. Herrmann erstattete am 23. Januar 1800 der Petersburger Akademie den ersten ausführlichen Bericht darüber und nannte ihn Achirit, nach einem Bucharischen Kaufmann Achir Mahmed, welcher 1785 einen ganzen Sack voll aus der Steppe nach Semipalatinsk am Irtysch brachte, und für Eisenvitriol hielt, während Ferber darin Smaragde erkennen wollte. Nova Acta Acad. Petropolitanae XIII. pag. 339.

Das **Kupfergrün** Wr. $\dot{C}u^3 \ddot{S}i^2 + 6 \dot{H}$ (Kieselkupfer) bildet fein traubige Massen, mit opalartigem Bruch und spangrüner Farbe. Härte 2—3, Gew. 2,2. Verhält sich chemisch wie Dioptas. Stücke in heiße Salzsäure geworfen werden bald an den Kanten durchscheinend, weil die Kieselerde zurückbleibt, die zwischen den Zähnen noch knirscht. Ausgezeichnet kam das spangrüne auf dem Herrenseegen im Schwarzwalde mit Ziegelerz und Kupferkies vor, nicht minder schön das von Poloma in Ungarn. Wenn sie Eisen aufnehmen, so werden sie pistacien- und dunkel olivengrün (Werner's Eisenschüssiges Kupfergrün). Höchst interessant in dieser Beziehung ist das Kupfergrün und Kupferblau aus den Turjinschen Kupfergruben bei Bogoslowsk zwischen dem 59° und 60° Breitengrade im Ural. Die lasurblaue dichte Substanz ist matt, und erinnert nicht blos durch ihre Farbe an erdige Kupferlasur, sondern sie braust auch noch stark in kalter Säure, läßt aber bereits ein Kieselskelett zurück. Dieses schöne Blau wird nun rings von lauchgrünem „eisenschüssigem Kupfergrün" umgeben, das Opalglanz hat, und mit Salzsäure durchaus nicht mehr braust. Grün und Blau setzen scharf an einander ab, sind nur durch einen engen lichtern Streif von einander getrennt. Das so gebildete Lauchgrün wird dann wieder zersetzt, und nimmt ein erdiges himmelblaues Aussehen an. Man sieht hier also ganz klar, wie die grüne Masse durch Umwandlung aus der blauen entsteht. Das Kupfergrün kommt noch in, wie es scheint, 2gliedrigen Afterkrystallen von 112° vor, die Säulen sind lang, aber durch die stark ausgedehnten Abstumpfungsflächen der scharfen Kanten sehr breit gedrückt (G. Rose Reis. Ural. I. pag. 412). Dieselben kommen auch beim dortigen Malachit vor, und man weiß nicht, welchem Mineral sie angehören. Hauy scheint schon dieselben gekannt zu haben, hielt sie aber fälschlich für wirkliche Krystalle des Kupfergrüns. Die Gränze nach den Salinischen Kupfererzen ist nicht genau fest zu stellen.

9. Helvin Wr.

Von Mohs in Null's Mineralien-Kabinet I. 92 als Anhang zum gemeinen Granat von Annaberg beschrieben. Später gab ihm Werner den Namen nach seiner gelben Farbe (ἥλιος Sonne). Hoffmann Mineral. VI. b. pag. 112.

Tetraedrisch, die kleinen nur wenige Linien großen Krystalle zeigen fast immer das einfache reguläre Tetraeder. Spuren von Gegentetraeder bringen das Oktaeder nie ins Gleichgewicht. Sie liefern daher für die nicht gewöhnliche Tetraederform ein vortreffliches Beispiel. Nicht sonderlich blättrig. Wachsgelb. Härte 6, Gew. 3,2. Erinnert wohl durch sein Aussehen an Granat, daher von Mohs tetraedrischer Granat genannt.

Höchst merkwürdige chemische Zusammensetzung von Ch. Gmelin (Chemische Untersuchungen des Helvins. Tübingen 1825) nachgewiesen. In Salzsäure erhitzt entwickelt er einen sehr deutlichen Geruch nach Schwefelwasserstoff, was auf eine Schwefelverbindung hinweist, bildet dabei aber auch eine Kieselgallerte. Vor dem Löthrohr auf Kohle schmilzt er in der innern Flamme zu einer gelben Perle. Mit Borax Manganreaktion. Die zwei Analysen ergaben: 33,2 und 35,3 $\dddot{Si}$, 12 und 9,5 Thonerdehaltige Beryllerde, 31,8 und 29,3 $\dot{Mn}$, 14 $\overset{'}{Mn}$, 5,6 und 8 $\dot{Fe}$. G. Rose construirt daraus die Formel

$$(\dot{Mn}, \dot{Fe})^3 \dddot{Si}^2 + \dddot{Be} \dddot{Si} + \overset{'}{Mn} \dot{Mn}.$$

Kam früher auf einem Lager im Gneuse von Schwarzenberg im Sächsischen Erzgebirge vor: das Gestein, worin er eingesprengt ist, sieht sehr unrein und verwittert aus. Diese Gegend des durch seinen Smirgel bekannten Ochsenkopfs scheint bis jetzt die Haupt-Fundstätte zu sein, wie auch die Verbindung eines Schwefelmetalls mit Silicaten einzig ist. Breithaupt vermuthet, daß der tetraedrische

Achtarandit mit dem Wilui-Grossular an der Achtaranda vorkommend Afterkrystall vom Helvin sei, weil er dem Helvin auf Unverhofft-Glück an der Achte bei Johann-Georgenstadt gleiche (Leonhard's Jahrb. 1853. 569).

Anhang.

Zum Schlusse gibt es noch eine ganze Reihe von Silicaten, gemischt mit andern Salzen, die man nicht gut unterbringen kann.

Wismuthblende Breithaupt (Kieselwismuth) könnte man bei der Blende abhandeln. Denn die kleinen braungelben Krystalle haben ebenfalls einen sechsfachen Blätterbruch, und Breithaupt fand ein Pyramidentetraeder a : a : $\frac{1}{2}$a mit $146\frac{1}{2}^0$ in den Pyramidenkanten. Die Tetraederkanten durch die Würfelflächen gerade abgestumpft. Ausgezeichnete Zwillinge, worin die Tetraederkanten sich rechtwinklig kreuzen. Darunter sonderbarer Weise auch Drillinge, worin die Tetraederkanten sich unter 60^0 schneiden, und von der Würfelfläche her gesehen einen sehr regelmäßigen sechsstrahligen Stern bilden. Demantglanz. H. = 5, Gew. 6. Von Blende unterscheidet sie sich schnell durch ihre leichte Schmelzbarkeit (daher auch Eu-

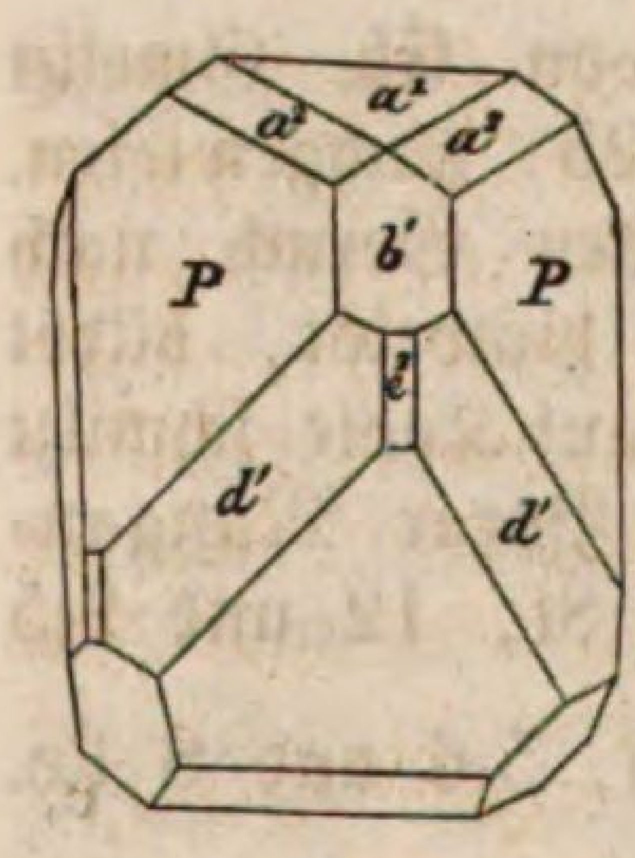
lytin genannt), wobei sich auf Kohle der gelblichbraune Wismuthbeschlag um die Probe absetzt. 22,2 $\ddot{S}i$, 69,4 $\ddot{B}i$, 3,3 $\dddot{P}$, etwas Flußsäure, $\dot{F}e$ ꝛc. Man gibt ihr daher die Formel

$$2\,\ddot{B}i^2\,\ddot{S}i^5 + \ddot{B}i^2\,\dddot{P}.$$

Auf Kobaldgängen zu Schneeberg mit gediegenem Wismuth und Wismuthocker. Rein schwefelgelbe sphenartige Krystalle dabei nannte Breithaupt Atelestit.

Eudialyt Weiß Verh. Berl. Ges. Nat. Freunde I. 197 (εὐδιάλυτος wohllöslich, weil er in Salzsäure sich aufschließen läßt). Krystalle selten. Nach Levy (Edinb. phil. Journ. 1825. XII. 81) ein scharfes Rhomboeder P mit 73° 40′ in den Endkanten gibt

$$a = 0{,}477 = \sqrt{0{,}228} = \lg 9{,}67865.$$



Die Gradendfläche a′ deutlich blättrig. Außerdem die beiden sechsseitigen Säulen, die 1ste $e^2 = a : a : \infty a : \infty c$, und die zweite $d' = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$, und noch drei Rhomboeder: das nächste schärfere $e' = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a$, das nächste stumpfere $b' = 2a' : 2a' : \infty a$ und das 2te stumpfere $a^2 = 4a : 4a : \infty a$.

Granatartige Farbe mit einem stärkern Stich ins Blau als Colombinroth, daher von Mohs auch rhomboedrischer Almandinspath genannt. H. = 5, Gew. 2,9. Schmilzt zu einem lichtgrünen Email. Wenn man 1,2 Cl vernachlässigt, so kommt etwa die Formel

$$2\,(\dot{C}a, \dot{N}a, \dot{F}e)^3\,\ddot{S}i^2 + \ddot{\ddot{Z}}r\,\ddot{S}i^2.$$

Die 16,9 Zirkonerde erklärte schon Hauy aus dem beibrechenden Zirkon, und wegen des 13 $\dot{N}a$, das etwas Kalihaltig ist, hielt er das Mineral für Sodalit, mit welchem es zusammen im Zirkonsienit von Kangerdluarsuk in Grönland bricht, wo es Giesecke fand. Siehe auch L. Svanberg Pogg. Ann. 66. 309.

Leukophan Esmark aus dem Sienit von Lamö im Langesundsfjord soll nach Weybie (Leonh. Jahrb. 1849. pag. 773) eingliedrig ähnlich dem Kupfervitriol krystallisiren. Zwei ungleich blättrige Brüche M/T schneiden sich unter 115°, gegen diese neigt sich unter verschiedenen Winkeln eine sehr deutlich blättrige doppelt schiefe Endfläche. Grünlich gelbe Farbe, in gewissen Richtungen mit einem weißen Lichtschein, Härte 4, Gew. 3. Schmilzt zu einer schwach violblauen Perle

$$\dot{C}a^3\,\ddot{S}i^2 + \ddot{B}e\,\ddot{S}i + Na\,Fl \text{ mit } 11{,}5\,\ddot{B}e,\ 6{,}1\ Fl.$$

Vergleiche auch Scheerer's

Melinophan, gelb, im Zirkonsienit von Fredriksvärn, Erdmann Journ. prakt. Chem. 55. 449.

Zweite Classe.

Salinische Steine und Erze.

Die Silikate sind freilich auch Salze, und folglich salinisch. Allein da die Kieselsäure jene auffallenden Unterscheidungsmerkmale hat, so scheint es nicht unpassend, unter dem Namen salinisch vorzugsweis alle diejenigen Verbindungen zusammenzufassen, deren Sauerstoffsäure nicht Kieselerde ist. Zu weitern Unterabtheilungen bieten sich dann die Säuren oder die Basen dar. Leider vertreten viele Basen sich so leicht unter einander, daß es nicht möglich ist, ihnen allseitig sichere Gränzen zu ziehen. So angenehm es auf der andern Seite auch wieder sein mag, besonders bei den technisch wichtigen Substanzen, die Basen nicht zu trennen: so würden die Kalke, die Baryte, die Eisen-, Kupfer- und Bleierze 2c. gute Gruppen bilden, und Hr. Professor Weiß hat in seinen Vorträgen die salinischen Steine von den salinischen Erzen scharf getrennt gehalten. Andererseits sind die Säuren, wenn gleich von geringem technischen Nutzen, für die Formbildung der Krystalle von größter Bedeutung, oft scheint es, als wenn die Basis sich blos passiv und nur die Säure aktiv verhalte. Dazu kommt, daß in Beziehung auf Basen sich diese Klasse von der vorigen kaum unterscheidet. Zwar kommt die Äl und ihre Verwandten nicht häufig, $\dot{C}a$, $\dot{B}a$, $\dot{S}r$ herrschen mehr, allein das sind Sachen von sehr untergeordneter Bedeutung. Dagegen treten die Säuren, kaum bei den Silikaten angedeutet, in geschlossenen Reihen hier und nicht wieder auf. Oben an

1. die **Kohlensäure** $\ddot{C}$. Sie dringt als schweres erstickendes Gas aus unzähligen Spalten der Erde hervor, spielt bei Vulkanen eine merkwürdige Rolle, und war in den Säuerlingen schon lange Zeit als „Luftsäure" den Mineralogen bekannt, ehe man ihre Eigenschaften kannte. Durch die Kalkgebirge wird sie in ungeheuren Mengen gebunden, und gibt sich hier leicht mit Brausen durch Säure zu erkennen, was schon Agricola als Kennzeichen anführt. Trotz ihrer Gasform frißt sie die verschiedensten Steine und Erze an, und wirkt zersetzend ein. In den obern Teufen der Gänge spielen daher Carbonate der verschiedensten Art eine Hauptrolle.

2. Die **Schwefelsäure** $\dddot{S}$ findet sich in größerm Vorrath immer an den Kalk gebunden und trägt so zur Bildung von Gyps- und Anhydritgebirgen wesentlich bei. Diese scheint meist aus dem Urmeere zu stammen. Vereinzelt aber sehr verbreitet bindet sie der Schwer- und Strontspath. Außerdem entsteht sie durch Zersetzung der Schwefelmetalle in Bergwerken, als Sublimationsprodukt der Vulkane 2c.

3. Die **Phosphorsäure** $\dot{\dot{P}}$, merkwürdig durch ihren Isomorphismus mit $\dot{\dot{A}}s$, die man daher auch neben einander aufführen muß, ist in Hinsicht auf Masse den beiden genannten weit untergeordnet. Sie nimmt aber wegen ihrer Rolle, welche sie im thierischen Organismus spielt, unsere Aufmerksamkeit in doppelten Anspruch.

4. Die **Salzbilder** Fluor Fl, Chlor Cl, Jod J und Brom Br spielen eine sehr ungleiche Rolle. Das Fluor schon bei vielen Silicaten wichtig, lagert sich im Flußspath in größern Mengen ab, während das Chlor hauptsächlich sich an das Steinsalz bindet.

5. Die **Borsäure** $\dot{\dot{B}}$ bildet zwar nur eine kleine, aber ganz interessante Gruppe.

Von Metallsäuren sind Chromsäure $\dot{\dot{C}}r$, Wolframsäure $\dot{\dot{W}}$, Molybdänsäure $\dot{\dot{M}}o$ insonders wegen der Bleisalze hier aufzuführen, während ihre Oxyde wohl bei den Oxydischen Erzen die bessere Stelle finden, wenn gleich über Oxyd oder Säure eine richtige chemische Deutung nicht immer möglich ist. Das sind Schwierigkeiten, wovon keine Systematik sich befreien kann.

Uebrigens darf man auch hier das Bestreben nicht aufgeben, so viel als möglich das Aehnliche zusammen zu bringen. Dieß gelingt namentlich bei den künstlichen Salzen am wenigsten, denen im Grunde genommen unter den Mineralen ihr Platz nicht versagt werden kann.

Weil es dieser Klasse an Kieselerde fehlt, so sind die dahin gehörigen Minerale im Allgemeinen leicht aufschließbar, das erleichtert die chemische Untersuchung besonders auf nassem Wege außerordentlich.

Kohlensaure salinische Steine.

1. Kalkspath.

Calx (χάλιξ) hieß bei den Lateinern im Allgemeinen Stein, Plinius hist. nat. 36. 53 braucht es dann ausdrücklich für unsern Kalkstein: mirum, aliquid postquam arserit accendi aquis (wunderbar, daß etwas, nachdem es gebrannt, durch Wasser angezündet werden kann). Die krystallinischen hießen bei den Bergleuten schlechthin Spath, Spatum lapis Agricola pag. 518, und es nimmt Wunder, daß wir diesen bei den Alten nicht sicher wieder erkennen. Scheuchzer glaubt, es sei Androdamas (quadrata semperque tessulis similis Plinius hist. nat. 37. 54), Agricola nennt ihn Rhombites, und seit Bartholin am Crystallus Islandicus 1669 die doppelte Strahlenbrechung erkannte, beschäftigten sich die ausgezeichnetsten Physiker mit der Bestimmung seiner Winkel. Seine Figuren haben das Auge der Bergverständigen auf sich gezogen, und obgleich Cronstedt noch 1758 „keine große Hoffnung hegte, daß etwas Wesentliches daraus werde,“ so hatte doch Bergmann 1773 schon den Schlüssel gefunden, welcher Hauy zu seinen bewunderungswürdigen Entdeckungen führte. Dieser begann sein Mineralsystem nicht nur mit dem Chaux carbonatée, sondern setzte daran auch seine ganze Theorie auseinander: ohne Kalkspath würde die Krystallographie vielleicht noch lange verborgen geblieben sein.

Krystallsystem rhomboedrisch. Das Rhomboeder P = a : a : ∞a : c sehr blättrig, und so leicht darstellbar, daß der Spath nur in Parallelepipede von 105° • 5′ in den Endkanten zerspringt, daraus folgt

$$a = 1{,}1705 = \sqrt{1{,}3702} = \lg 0{,}06839.$$

Gibt Neigung P gegen die Axe c 45° 20′; der Endkante P/P gegen die Axe c 63° 44′, also der stumpfe Winkel des Hauptschnitts 109° 4′ (fast Oktaederwinkel), der stumpfe Flächenwinkel 101° • 55′. Schon Huygens fand die Rhomboederkante zu 105°, Romé de l'Isle nahm den ebenen Winkel zu 102° 30′, Hauy rechnete die Kante zu 104° 28′ 40″, und die Ebene zu 101° 32′ 13″, von der Voraussetzung ausgehend, daß P mit der sechsseitigen Säule und Gradendfläche gleiche Winkel mache, sich also unter 45° zur Axe c neige, woraus c : s = 1 : 1 folgt, während dieß Verhältniß 1 : 1,0137 ist, wie Wollaston 1809 bewies, indem er am Ende der Description of a reflective Goniometer als einziges Beispiel den Kalkspath anführt, für welchen er 45° 20′ als Neigung der Fläche P gegen Axe c festsetzte, was jetzt allgemein angenommen wird. Das Rhomboeder tritt selten selbständig auf, und wenn es vorkommt, sind seine Flächen matt. Man findet es am St. Gotthardt, bei Neudorf auf dem Unterharz auf Bleiglanzgängen, in 3″ großen Krystallen im Silurischen Kalk von Slichow bei Prag. Sehr merkwürdig ist das Gegenrhomboeder $e^{\frac{1}{2}}$ = a′ : a′ : ∞a : c, das rauhflächig bei Andreasberg vorkommt. Der blättrige Bruch durch c gelegt, halbirt die Zickzackkanten. Durch die Verbindung des Haupt- und Gegenrhomboeders entsteht ein Dihexaeder von 138° 53′ in den Endkanten.

Die Gradendfläche a′ = c : ∞a : ∞a : ∞a stumpft die Endecke mit gleichseitigem Dreieck ab, sie hat gewöhnlich ein mattweißes schiefriges Aussehen, ist sogar nicht selten weicher als die übrigen Flächen. Hauy nahm sie für blättrig, und im Schieferspath von Norwegen, schneeweiß und krummblättrig, meint man wirklich einen blättrigen Bruch annehmen zu sollen. Auch die Andreasberger Säulen werden recht schilferich. Während der zerreibliche Schaumkalk (Karsten's Aphrit) aus dem Zechstein von Gera und Eisleben nichts als in $\dot{C}a\,\ddot{C}$ verwandelter Gyps ist. Wenn sich die Gradendfläche mit dem Rhomboeder verbindet, wie am St. Gotthardt, so entstehen ausgezeichnete dreigliedrige Oktaeder.

Die erste sechsseitige Säule e^2 = a : a : ∞a : ∞c stumpft die Seitenecken des Rhomboeders ab, indem es die 2 Zickzackkanten in 1 und die Endkante in ½ schneidet. Mit Gradendfläche kommen sie ausgezeichnet bei Andreasberg vor, dieselben werden zuweilen papierdünn, und haben in der Gradendfläche eine weiße wie durch Verwitterung erzeugte Farbe, die nicht ganz zur Mitte der Säule vordringt. Der blättrige Bruch stumpft daran die Endkanten abwechselnd ab. Viel seltener findet man die 2te sechsseitige Säule d^1 = a : ½a : a : ∞c in Ausdehnung, Dufrénoy bildet sie von Cumberland mit dem Hauptrhomboeder ab, da sie die Zickzackkanten desselben gerade abstumpft, so entsteht dadurch ein ausgezeichnetes dreigliedriges Dodekaid. Der blättrige Bruch stumpft dann die Endecken abwechselnd ab. 6 + 6kantige Säulen sind selten, doch findet man an den Dreikantnern von Andreasberg und Cumberland hin und wieder a : ⅓a : ½a : ∞c, selten die Hauy'sche Fläche a : ¼a : ⅓a : ∞c.

Sie runden die Seitenkanten der Rhomboeder und Dreikantner oft ganz cylindrisch, und sind daher gewöhnlich keiner scharfen Bestimmung fähig.

Von den Rhomboedern zieht vor allem die sogenannte Hauptreihe das Augenmerk auf sich. Dahin gehört

das erste stumpfere b′ = 2a′ : 2a′ : ∞a (134° 57′),

welches gewöhnlich in symmetrischen Pentagonen die Enden der ersten sechsseitigen Säule bildet. Man erkennt es sehr leicht an der Lage des Blätterbruchs, welcher in die Diagonalzonen fällt, denen gewöhnlich eine auffallende Streifung entspricht, wodurch die Pentagone bauchig werden. Schon Linné war auf diese Pentagone aufmerksam, denn sie gehören mit zu den verbreitetsten Vorkommnissen auf Erzgängen, in Spalten des Kalkgebirges, in Achatdrusen von Oberstein, Waldshut am südlichen Schwarzwalde ꝛc. Zu Drusen gruppirt kommen die Rhomboeder auch selbstständig vor, unter andern sehr schön zu Neudorf auf dem Unterharz. Bei mittlerer Ausdehnung bilden auch die Säulenflächen symmetrische Pentagone, wir haben dann ein 3 + 3flächiges Pentagondodekaeder.

Das 2te stumpfere Rhomboeder 4a : 4a : ∞a

wird zwar erwähnt, gehört aber zu den Seltenheiten.

Das erste schärfere e′ = ½a′ : ½a′ : ∞a

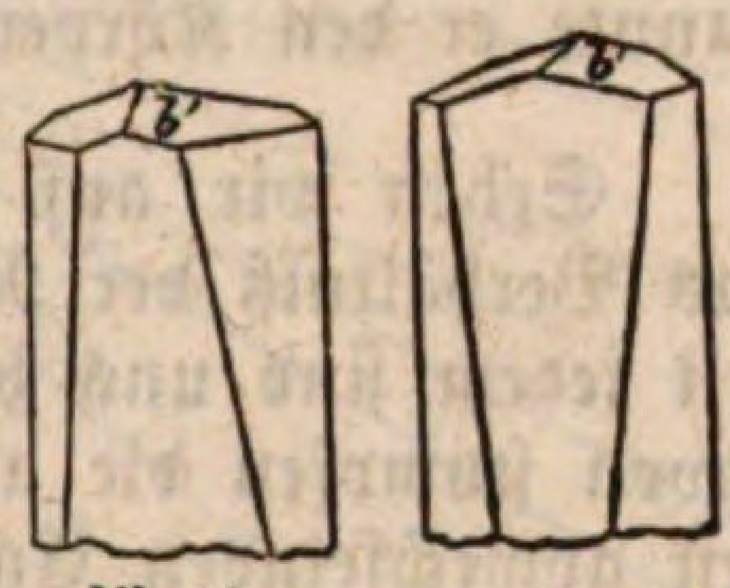
fällt in die Diagonalzone des blättrigen Bruchs, derselbe muß also seine Endkanten gerade abstumpfen, woran man es leicht erkennt. Man findet es häufig aufgewachsen, besonders in Kalkgebirgen der Jura- und Muschelkalkformation. Am merkwürdigsten sind aber die sogenannten krystallisirten Sandsteine von Fontainebleau, worin der Kalkspath nur ⅓, der Quarzsand dagegen ⅔ beträgt, dennoch kommen die Rhomboeder in größter Regelmäßigkeit vor, auch verräth der Spiegel in den Kanten das Wesen der Form. Es sind eigentlich Kalkconcretionen in einem Tertiärsande, daher bilden sie große Knollen aus verwachsenen Rhomboedern, worunter sich auch viele Einzelkrystalle, regelmäßig wie Modelle, zeigen. Hauy nannte es Rhomboèdre inverse (Invertirungsrhomboeder), weil es nach seiner Rechnung den stumpfen Flächenwinkel von 104° 28′ 40″ und den stumpfen Seitenkantenwinkel von 101° 32′ 13″ mit den Winkeln, Kanten- und Flächenwinkeln, des Hauptrhomboeders vertausche. Auch der Hauptschnitt hat die gleichen Winkel von 108° 26′ 6″, nur fällt jetzt der stumpfe Winkel nicht in die End- sondern in die Seitenecke. In gleicher Verwandtschaft steht das 1ste stumpfere mit dem 2ten schärfern, überhaupt das nte stumpfere mit dem n + 1ten schärfern. Dieses schöne Verhältniß fällt aber, sobald P gegen c nicht mehr 45° geneigt ist: denn nach Wollaston beträgt die Endkante des Rh. inverse 78° 51′, während der scharfe Flächenwinkel des blättrigen Bruchs nur 78° 5′ macht, so daß eine kleine Differenz bleibt.

Das 2te schärfere e^3 = ¼a : ¼a : ∞a (65° 50′)

bindet sich hauptsächlich an den gewöhnlichen Dreikantner d^2, in dessen scharfen Endkanten es liegt, der Dreikantner muß folglich die Endkanten zuschärfen. In unsern schwäbischen Muschelkalken (besonders an der Wutach) findet man häufig dieses Rhomboeder vorherrschen. Da es mit dem ersten stumpfen Rhomboeder die Winkel vertauscht, so beträgt der ebene Winkel in der Endecke ungefähr einen halben rechten, was das Auge leicht beurtheilt. Das

3te schärfere $e^{\frac{5}{3}} = \frac{1}{8}a' : \frac{1}{8}a' : \infty a$ (61° 33′)
findet sich nur untergeordnet meist am ersten schärfern, woran es die Seitenecken abstumpft. Dagegen ist das

4te schärfere $e^{\frac{11}{3}} = \frac{1}{16}a : \frac{1}{16}a : \infty a$ (60° 20′)
in Verbindung mit dem ersten stumpfern $2a' : 2a'$ gar nicht ungewöhnlich in Spalten des schwäbischen Jurakalkes 2c. Beim ersten Anblick kann man es für eine Säule halten, allein die Kanten convergiren, obgleich sie vom Winkel der regulären sechsseitigen Säule nur $\frac{1}{4}$° abweichen (119° 40′). Hauy unterschied zwei Rhomboeder dieser Art: ein



dilaté Blaubeuren. contracté Waldshut.

contracté $e^{\frac{9}{4}} = \frac{1}{13}a : \frac{1}{13}a : \infty a$ (60° 36′), weil die Flächen sich unter der Basis des Endpentagons verengen, und ein

dilaté $e^{\frac{9}{5}} = \frac{1}{14}a' : \frac{1}{14}a' : \infty a$ (60° 31′),
weil die Flächen sich unter der Basis erweitern. Wenn diese Convergenz oder Divergenz sich immer so deutlich beobachten ließe, als sie gezeichnet wird, so folgte daraus, daß beide Rhomboeder verschiedenen Ordnungen angehören müßten. Hauy konnte die Sache nicht durch Messung bestätigen, sondern er schloß es nur, weil hierauf die einfachsten Ausdrücke $\frac{9}{4}$ und $\frac{9}{5}$ führten. Bei Seitenkantenwinkeln, die sich so nahe liegen, wie 119° 24′, 119° 29′ und 119° 40, kann auch heute das Reflexionsgoniometer um so weniger entscheiden, als der Glanz der Flächen sich gewöhnlich nicht sonderlich zum Messen eignet. Man könnte daher alle unter dem 4ten schärfern vereinigen, das vermöge seiner Ableitung die Wahrscheinlichkeit für sich hat. Das dilaté $e^{\frac{9}{5}}$ könnte dann das Gegenrhomboeder $e^{\frac{17}{31}} = \frac{1}{16}a' : \frac{1}{16}a' : \infty a$ sein. Prof. Zippe geht sogar noch weiter, er unterscheidet ein $e^{\frac{19}{9}} = \frac{1}{28}a : \frac{1}{28}a : \infty a$ mit 60° 9′ in den Endkanten, und folglich 119° 51′ in den Seitenkanten.

Von Rhomboedern außer der Hauptreihe führe ich nur noch zwei als wichtig an: Hauy's

mixte $e^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{5}a' : \frac{1}{5}a' : \infty a$ (63° 51′).
Da es die stumpfen Kanten des gewöhnlichen Dreikantner's abstumpft, so findet es sich öfter. Von dem 2ten schärfern $\frac{1}{4}a$ unterscheidet man es leicht durch die Lage des blättrigen Bruchs, der wie die Kanten liegt. Das

cuboide $e^{\frac{4}{5}} = \frac{2}{3}a' : \frac{2}{3}a' : \infty a$ hat 88° 18′
in den Endkanten, unterscheidet sich daher nur um 1° 42′ vom Würfel. Es kommt bei Andreasberg, mit Ichthyophthalm auf den Faröer Inseln 2c. vor. Letztere kann man wegen ihrer röthlichen Farbe leicht mit Flußspath verwechseln. Von genauer Bestimmung kann aber wegen der bauchigen Flächen kaum die Rede sein.

Die **Dreikantner** spielen selbstständig und untergeordnet eine überaus wichtige Rolle, vor allem Hauy's

mélastatique $b^2 = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$.
Er schärft die Zickzackkanten des Hauptrhomboeders im Verhältniß 2 : 1 zu.

Daher fällt der blättrige Bruch in die Zickzackkanten von 132° 58′; die stumpfen Endkanten 144° 24′, die scharfen 104° 38′. Nach Hauy'scher Rechnung stimmte der Winkel der Zickzackkanten mit den Endkanten des Hauptrhomboeders und der stumpfe ebene Winkel der Flächen mit dem stumpfen des Hauptrhomboeders, dieses schönen Verhältnisses wegen nannte er den Körper métastatique „winkelübertragen."

Sehen wir auf die unterste Projektionsfigur auf pag. 78, so tritt das Verhältniß der Rhomboeder zum Dreikantner sogleich in die Augen: mit jedem sind uns zugleich noch vier weitere Rhomboeder gegeben: zwei davon stumpfen die abwechselnden Endkanten gerade ab, und zwei gehen den abwechselnden Endkanten parallel (liegen auf der Projektion in den abwechselnden Endkanten). Nehmen wir den Hauptdreikantner

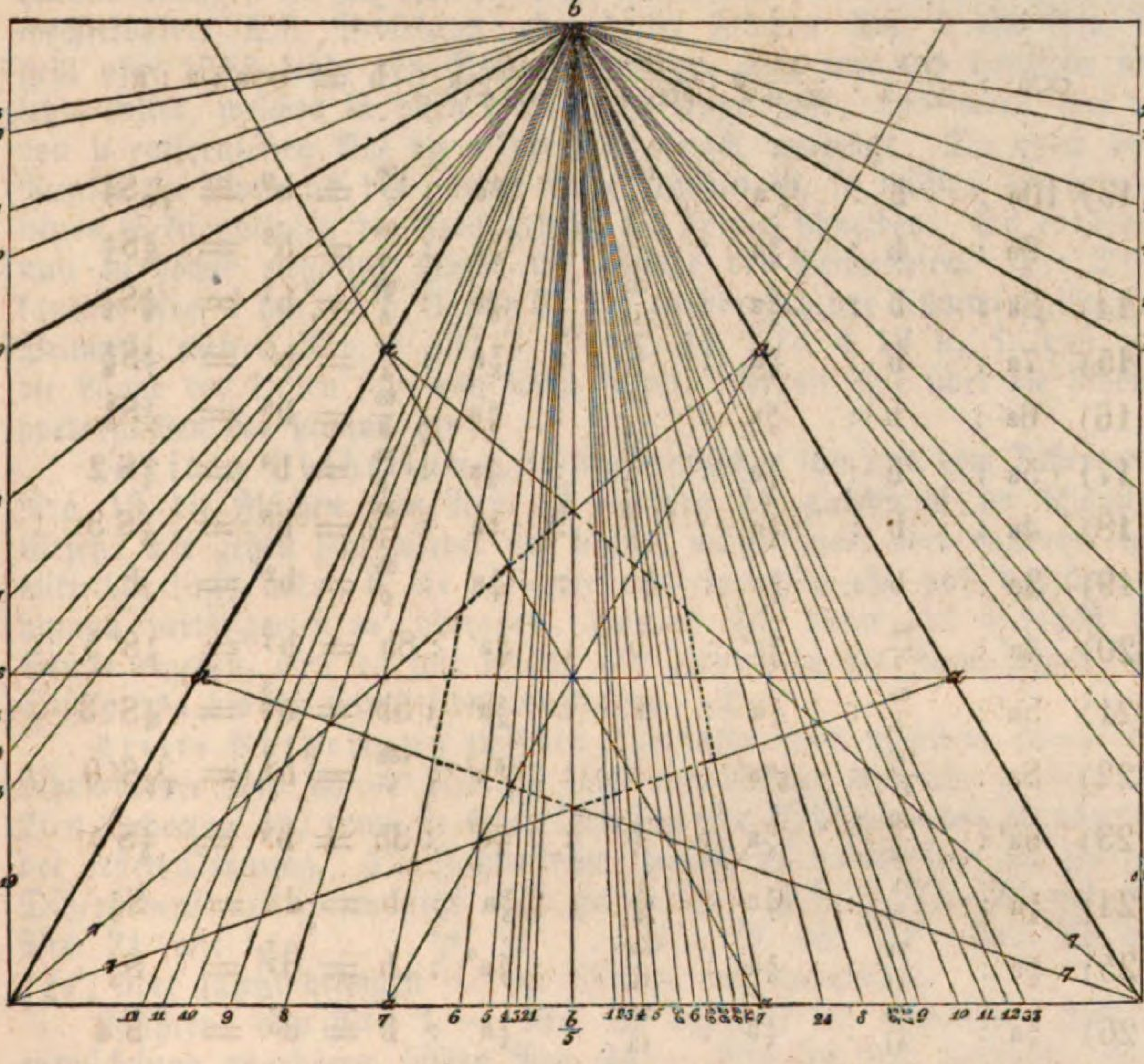
$$a : \frac{b}{4} : \tfrac{1}{3}a : \frac{b}{5} : \tfrac{1}{2}a : b,$$

so wird die scharfe Endkante in $\frac{b}{4}$ durch das nächste schärfere Rhomboeder $\frac{a'}{2} : \frac{a'}{2} : \infty a$, und die stumpfe in $\frac{b}{5}$ durch $\tfrac{2}{5}a : \tfrac{2}{5}a : \infty a$ gerade abgestumpft, man darf also den Coefficienten von b nur mit 2 multipliciren. Dagegen liegt in den abwechselnden scharfen Endkanten das 2te schärfere $\frac{a}{4} : \frac{a}{4} : \infty a$, und in den abwechselnden stumpfen $\frac{a'}{5} : \frac{a'}{5} : \infty a$, beider Zeichen entsprechen daher den Coefficienten von b. Da nun ferner in den Seitenkanten das Hauptrhomboeder liegt, von der 2ten sechsseitigen Säule nicht zu sprechen, so haben wir die Reihe

$$a : a : \infty a, \frac{a'}{2} : \frac{a'}{2} : \infty a, \frac{a}{4} : \frac{a}{4} : \infty a$$

und außerdem $\frac{a'}{5} : \frac{a'}{5} : \infty a$ mit dem zugehörigen stumpferen $\frac{2a}{5} : \frac{2a}{5} : \infty a$. Hr. Professor Zippe hat diese Rhomboeder nicht unpassend die verhüllten genannt, und da er 85 verschiedene Dreikantner zusammenbringt, so kann man daraus auf den Reichthum schließen, wenn auch darunter gar manche unsicher sein mögen. Uebrigens kommen die genannten des Hauptdreikantners auch häufig (enthüllt) vor, und je häufiger ein Dreikantner, desto wahrscheinlicher auch seine enthüllten Rhomboeder. Wir wollen nach der Methode des Hrn. Prof. Weiß einmal die wichtigsten Dreikantner aus der Kantenzone des Hauptrhomboeders zusammenstellen. Die Sache ist jetzt sehr erleichtert durch die gelehrte Abhandlung des Hrn. Prof. Zippe im III. Bande der Denkschriften der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften: Uebersicht der Krystallgestalten des rhomboedrischen Kalk-Haloides, worin 700 Varietäten dieses Minerals mit 42 verschiedenen Rhomboedern, 85 Dreikantnern, 7 Diheraedern und mehreren Säulen mathematisch bestimmt sind. Dr. Ferd. Hochstetter hat dann im VI. Bande derselben Denkschriften den ganzen Reichthum von Flächen in einer großen Projektionsfigur zusammengefaßt, die dem Manne vom Fach um so willkommener sein muß, als derartige Arbeiten bei tiefer Sachkenntniß auch eine nicht gewöhnliche technische Fertigkeit verlangen. Uebrigens genügt zum schnellen

Verständniß auch eine kleine Figur, wie nachfolgendes Stück zeigt, worin nur **eine** Kantenzone etwas vollständiger ausgeführt wurde.



Weiß						Hauy	Mohs
$\frac{1}{\infty}a$:	$\frac{b}{3\infty+1}$:	$\frac{1}{2\infty+1}a$:	$\frac{b}{3\infty+2}$:	$\frac{1}{\infty+1}a$	: b		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
1) $\frac{1}{7}a$:	$\frac{b}{22}$:	$\frac{1}{15}a$:	$\frac{b}{23}$:	$\frac{1}{8}a$	: b	$= d^{\frac{8}{7}}$	= S 15
2) $\frac{1}{6}a$:	$\frac{b}{19}$:	$\frac{1}{13}a$:	$\frac{b}{20}$:	$\frac{1}{7}a$	: b	$= d^{\frac{7}{6}}$	= S 13
3) $\frac{1}{5}a$:	$\frac{b}{16}$:	$\frac{1}{11}a$:	$\frac{b}{17}$:	$\frac{1}{6}a$	: b	$= d^{\frac{6}{5}}$	= S 11
4) $\frac{1}{4}a$:	$\frac{b}{13}$:	$\frac{1}{9}a$:	$\frac{b}{14}$:	$\frac{1}{5}a$	: b	$= d^{\frac{5}{4}}$	= S 9
5) $\frac{1}{3}a$:	$\frac{b}{10}$:	$\frac{1}{7}a$:	$\frac{b}{11}$:	$\frac{1}{4}a$	: b	$= d^{\frac{4}{3}}$	= S 7
6) $\frac{1}{2}a$:	$\frac{b}{7}$:	$\frac{1}{5}a$:	$\frac{b}{8}$:	$\frac{1}{3}a$	: b	$= d^{\frac{3}{2}}$	= S 5
7) $\frac{1}{1}a$:	$\frac{b}{4}$:	$\frac{1}{3}a$:	$\frac{b}{5}$:	$\frac{1}{2}a$	: b	$= d^{\frac{2}{1}}$	= S 3
8) 2a :	$\frac{2b}{5}$:	$\frac{2}{4}a$:	$\frac{2b}{7}$:	$\frac{2}{3}a$	: b	$= d^3$	= S 2
9) 3a :	$\frac{3b}{6}$:	$\frac{3}{5}a$:	$\frac{3b}{9}$:	$\frac{3}{4}a$	: b	$= d^4$	= S $\frac{5}{3}$
10) 4a :	$\frac{4b}{7}$:	$\frac{4}{6}a$:	$\frac{4b}{11}$:	$\frac{4}{5}a$	: b	$= d^5$	= S $\frac{3}{2}$

11)	$5a$:	$\frac{5b}{8}$:	$\frac{5}{7}a$:	$\frac{5b}{13}$:	$\frac{5}{6}a$:	b	$= d^6 =$	$S\frac{7}{5}$
12)	$6a$:	$\frac{6b}{9}$:	$\frac{6}{8}a$:	$\frac{6b}{15}$:	$\frac{6}{7}a$:	b	$= d^7 =$	$S\frac{4}{3}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
	∞a :	$\frac{\infty b}{\infty + 3}$:	$\frac{\infty}{\infty + 2}a$:	$\frac{\infty b}{2\infty + 3}$:	$\frac{\infty}{\infty + 1}a$:	b	$= \infty a : a : a$	
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
13)	$10a$:	b :	$\frac{10}{9}a$:	$\frac{10b}{17}$:	$\frac{10}{8}a$:	$\frac{10b}{7}$	$= b^9 =$	$\frac{7}{10}S\frac{9}{7}$
	$9a$:	b :	$\frac{9}{8}a$:	$\frac{9b}{15}$:	$\frac{9}{7}a$:	$\frac{9b}{6}$	$= b^8 =$	$\frac{2}{3}S\frac{4}{3}$
14)	$8a$:	b :	$\frac{8}{7}a$:	$\frac{8b}{13}$:	$\frac{8}{6}a$:	$\frac{8b}{5}$	$= b^7 =$	$\frac{5}{8}S\frac{7}{5}$
15)	$7a$:	b :	$\frac{7}{6}a$:	$\frac{7b}{11}$:	$\frac{7}{5}a$:	$\frac{7b}{4}$	$= b^6 =$	$\frac{4}{7}S\frac{3}{2}$
16)	$6a$:	b :	$\frac{6}{5}a$:	$\frac{6b}{9}$:	$\frac{6}{4}a$:	$\frac{6b}{3}$	$= b^5 =$	$\frac{1}{2}S\frac{5}{3}$
17)	$5a$:	b :	$\frac{5}{4}a$:	$\frac{5b}{7}$:	$\frac{5}{3}a$:	$\frac{5b}{2}$	$= b^4 =$	$\frac{2}{5}S\,2$
18)	$4a$:	b :	$\frac{4}{3}a$:	$\frac{4b}{5}$:	$\frac{4}{2}a$:	$\frac{4b}{1}$	$= b^3 =$	$\frac{1}{4}S\,3$
19)	$3a$:	b :	$\frac{3}{2}a$:	$\frac{3}{3}b$:	$\frac{3}{1}a$:	$\frac{3b}{0}$	$= b^2 =$	P
20)	$4a'$:	$\frac{8b}{7}$:	$\frac{8}{5}a'$:	b :	$\frac{8}{3}a'$:	$8b$	$= b^{\frac{5}{3}} =$	$\frac{1}{8}S'\,5$
21)	$5a'$:	$\frac{5b}{4}$:	$\frac{5}{3}a'$:	b :	$\frac{5}{2}a'$:	$5b$	$= b^{\frac{3}{2}} =$	$\frac{1}{5}S'\,3$
22)	$8a'$:	$\frac{16b}{11}$:	$\frac{16}{9}a'$:	b :	$\frac{16}{7}a'$:	$\frac{16b}{5}$	$= b^{\frac{9}{7}} =$	$\frac{1}{16}S'\,9$
23)	$9a'$:	$\frac{3b}{2}$:	$\frac{9}{5}a'$:	b :	$\frac{9}{4}a'$:	$3b$	$= b^{\frac{5}{4}} =$	$\frac{1}{3}S'\frac{5}{3}$
24)	$\frac{3}{2}a$:	$\frac{b}{3}$:	$\frac{3}{7}a$:	$\frac{b}{4}$:	$\frac{3}{5}a$:	b	$= d^{\frac{5}{2}} =$	$S\frac{7}{3}$
25)	$\frac{5}{2}a$:	$\frac{5b}{11}$:	$\frac{5}{9}a$:	$\frac{5b}{16}$:	$\frac{5}{7}a$:	b	$= d^{\frac{7}{2}} =$	$S\frac{9}{5}$
26)	$\frac{2}{3}a$:	$\frac{2b}{11}$:	$\frac{1}{4}a$:	$\frac{2b}{13}$:	$\frac{2}{5}a$:	b	$= d^{\frac{5}{3}} =$	$S\,4$
27)	$\frac{8}{3}a$:	$\frac{8b}{17}$:	$\frac{4}{7}a$:	$\frac{8b}{25}$:	$\frac{8}{11}a$:	b	$= d^{\frac{11}{3}} =$	$S\frac{7}{4}$
28)	$\frac{3}{4}a$:	$\frac{b}{5}$:	$\frac{3}{11}a$:	$\frac{b}{6}$:	$\frac{3}{7}a$:	b	$= d^{\frac{7}{4}} =$	$S\frac{11}{3}$
29)	$\frac{3}{5}a$:	$\frac{b}{6}$:	$\frac{3}{13}a$:	$\frac{b}{7}$:	$\frac{3}{8}a$:	b	$= d^{\frac{8}{5}} =$	$S\frac{13}{3}$
30)	$\frac{3}{7}a$:	$\frac{b}{8}$:	$\frac{3}{17}a$:	$\frac{b}{9}$:	$\frac{3}{10}a$:	b	$= d^{\frac{10}{7}} =$	$S\frac{17}{3}$
31)	$\frac{8}{9}a$:	$\frac{8b}{35}$:	$\frac{4}{13}a$:	$\frac{8b}{43}$:	$\frac{8}{17}a$:	b	$= d^{\frac{17}{9}} =$	$S\frac{13}{4}$
32)	$\frac{2}{11}a$:	$\frac{b}{35}$:	$\frac{1}{12}a$:	$\frac{b}{37}$:	$\frac{2}{13}a$:	b	$= d^{\frac{13}{11}} =$	$S\,12$
33)	$\frac{15}{2}a$:	$\frac{5b}{7}$:	$\frac{15}{19}a$:	$\frac{5b}{12}$:	$\frac{15}{17}a$:	b	$= d^{\frac{17}{2}} =$	$S\frac{19}{15}$
34)	$\frac{10}{3}a$:	b :	$\frac{10}{7}a$:	$\frac{10b}{11}$:	$\frac{5}{2}a$:	$10b$	$= b^{\frac{7}{3}} =$	$\frac{1}{10}S\,7$

Die Zeichen haben folgende Bedeutung: Alles, was in der Projektionsfigur zwischen die 2te Säulenfläche bb und das Hauptrhomboeder baa fällt, schärft die Seitenkanten des Hauptrhomboeders zu. Nächst der Säule liegen die Linien $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{4}$ (Nro. 1—4) sehr gedrängt, ihre zugehörigen Flächen können daher leicht mit einander verwechselt werden; von $\frac{1}{3}$ bis 4 (Nro. 5—10) bleibt dagegen größerer Zwischenraum, die Kanten-

winkel weichen folglich bedeutender von einander ab. Auf diesen Flächen ruht also das Hauptinteresse für den Beobachter in der Natur. Weiter hinaus drängen sie sich wieder mehr zusammen, und werden folglich verwechselbarer. Die Projektion aller dieser Flächen Nro. 1 bis Nro. 12 geht aber höchst leicht von Statten, in dem man nur das vorderste und letzte Glied, welches in allen b ist, ins Auge faßt, und dann auf der von b entferntesten Axe die a der Reihe nach aufträgt. Da durch zwei Punkte der Ausdruck der ganzen Linie gegeben ist, so müssen die gewonnenen Sektionslinien die Axen gemäß der Formel schneiden. So entstehen nun in höchst eleganter Weise die Brüche der Primzahlen. Der Dreikantner Nro. 7 hat 1, 2, 3 und 5, jede darüberstehende Nummer gibt eine Primzahl weiter, Nro. 6 gibt 7, Nro. 5 11, Nro. 4 13 ꝛc., so daß also die Länge der Linien sich von selbst findet. Gehen wir über die Rhomboederflächen baa hinaus zur

zweiten Abtheilung, so liegen zwischen ihm und dem Diheraeder Nro. 19 die Flächen von Nro. 13 — Nro. 19 gleichfalls im schönsten Gesetz: wir gehen jetzt wieder von b aus, müssen nun aber entweder unmittelbar links neben b die vordersten Glieder 10a—3a auf der über a′ hinaus verlängerten aa′ abtragen, woraus sich dann auf a rechts die Stücke ergeben, oder da wir bereits alle Zahlen in der Figur haben, die Stücke $\frac{10}{9}$a bis $\frac{3}{2}$a unmittelbar auftragen. Die

dritte Abtheilung zwischen Diheraeder und nächstem stumpferen Rhomboeder Nro. 20 — Nro. 23 zählt nur wenige, und alle gehören der 2ten Ordnung an, denn sie legen ihre stumpfen Endkanten wie die scharfen der ersten Ordnung. Die Zahlenreihe schließt sich unmittelbar an die des Diheraeders an, denn setzt man $\frac{3}{2}$a = $\frac{6}{4}$a, so folgt Nro. 20 mit $\frac{8}{5}$a′, Nro. 21 mit $\frac{10}{8}$a′, ... $\frac{12}{7}$, $\frac{14}{8}$ .... Nro. 22 mit $\frac{16}{9}$a′, Nro. 23 mit $\frac{18}{10}$a′, aber zuletzt drängen sich die Glieder außerordentlich.

Während nun Nro. 1 — Nro. 23 offenbar der einfachsten Zahlenentwickelung angehören, bilden Nro. 24 — Nro. 34 noch mehrfache Zwischenglieder. Ich habe einige davon links hingetragen: $\frac{3}{2}$a und $\frac{5}{2}$a bilden mit $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{2}$ und $\frac{4}{2}$ eine Reihe, und sie fallen gerade in größere Zwischenräume. Viel schlechter fügen sich schon die Drittel, so liegt z. B. $\frac{8}{3}$a der $\frac{5}{2}$a so nahe, daß man sie kaum neben einander zeichnen kann: hier begeht man keinen Fehler, wenn man das eine für das andere setzt. Auch lassen sich diese Fälle nicht durch Beobachtung sondern nur durch solche allgemeine Erwägung zur wahrscheinlichen Entscheidung bringen.

Haben wir auf diese Weise die Dreikantner festgestellt, so wollen wir zur tiefern Einsicht die zugehörigen Rhomboeder neben einander stellen, der Kürze wegen aber nur eine Axe aufführen, welche zur Bezeichnung vollkommen genügt:

Der Dreikantner	bestimmt	die 4 Rhomboeder
Nro. 1. $\frac{1}{7}$a : $\frac{1}{15}$a	—	$\frac{a}{22}$, $\frac{a'}{23}$; $\frac{a'}{11}$, $\frac{2a}{23}$.
Nro. 2. $\frac{1}{6}$a : $\frac{1}{13}$a	—	$\frac{a}{19}$, $\frac{a'}{20}$; $\frac{2a'}{19}$, $\frac{a}{10}$.
Nro. 3. $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{11}$a	—	$\frac{a}{16}$, $\frac{a'}{17}$; $\frac{a'}{8}$, $\frac{2a}{17}$.

Der Dreikantner		bestimmt	die 4 Rhomboeder
Nro. 4.	$\frac{1}{4}a : \frac{1}{9}a$	—	$\frac{a}{13'}, \frac{a'}{14'}; \frac{2a'}{13'}, \frac{a}{7}.$
Nro. 5.	$\frac{1}{3}a : \frac{1}{7}a$	—	$\frac{a}{10'}, \frac{a'}{11'}; \frac{a'}{5'}, \frac{2a}{11}.$
Nro. 6.	$\frac{1}{2}a : \frac{1}{5}a$	—	$\frac{a}{7'}, \frac{a'}{8'}; \frac{2a'}{7'}, \frac{a}{4}.$
Nro. 7.	$a : \frac{1}{3}a$	—	$\frac{a}{4'}, \frac{a'}{5'}; \frac{a'}{2'}, \frac{2a}{5}.$
Nro. 8.	$2a : \frac{1}{2}a$	—	$\frac{2a}{5'}, \frac{2a'}{7'}; \frac{4a'}{5'}, \frac{4a}{7}.$
Nro. 9.	$3a : \frac{3}{5}a$	—	$\frac{a}{2'}, \frac{a'}{3'}; a', \frac{2a}{3}.$
Nro. 10.	$4a : \frac{2}{3}a$	—	$\frac{4a}{7'}, \frac{4a'}{11'}; \frac{8a'}{7}, \frac{8a}{11}.$
Nro. 11.	$5a : \frac{5}{7}a$	—	$\frac{5a}{8'}, \frac{5a'}{13'}; \frac{5a'}{4'}, \frac{10a}{13}.$
Nro. 12.	$6a : \frac{3}{4}a$	—	$\frac{2a}{3'}, \frac{3a'}{5'}; \frac{4a'}{3'}, \frac{6a}{5}.$
Nro. 13.	$\frac{10a}{9} : \frac{10a}{8}$	—	$\frac{10a}{7'}, \frac{10a'}{17}; \frac{20a'}{7'}, \frac{20a}{17}$
Nro. 14.	$\frac{8}{7}a : \frac{8}{6}a$	—	$\frac{8a}{5'}, \frac{8a'}{13}; \frac{16a'}{5'}, \frac{16a}{13}.$
Nro. 15.	$\frac{7}{6}a : \frac{7}{5}a$	—	$\frac{7a}{4'}, \frac{7a'}{11}; \frac{7a'}{2'}, \frac{14a}{11}.$
Nro. 16.	$\frac{6}{5}a : \frac{6}{4}a$	—	$2a, \frac{2a'}{3}; 4a', \frac{4a}{3}.$
Nro. 17.	$\frac{5}{4}a : \frac{5}{3}a$	—	$\frac{5a}{2'}, \frac{5a'}{7}; 5a', \frac{10a}{7}.$
Nro. 18.	$\frac{4}{3}a : 2a$	—	$4a, \frac{4a'}{5}; 8a', \frac{8a}{5}.$
Nro. 19.	$\frac{3}{2}a' : 3a$	—	$\infty a, a'; \infty a', 2a.$
Nro. 20.	$4a' : \frac{8}{5}a'$	—	$8a', \frac{8a'}{7}; 16a, \frac{16a}{7}.$
Nro. 21.	$5a' : \frac{5}{3}a'$	—	$5a', \frac{5}{4}a'; 10a, \frac{5}{2}a.$
Nro. 22.	$8a' : \frac{16}{9}a'$	—	$\frac{16}{5}a', \frac{16}{11}a'; \frac{32}{5}a, \frac{32}{11}a.$
Nro. 23.	$9a' : \frac{9}{5}a'$	—	$3a', \frac{3}{2}a; 6a, 3a.$

Stellen wir einige dieser Rhomboeder zusammen! So fällt gleich die Hauptreihe $\frac{a}{16'}, \frac{a'}{8'}, \frac{a}{4'}, \frac{a'}{2'}$, a, 2a', 4a, 8a', 16a in die Augen, a und 2a' sind zwar nicht verzeichnet, allein es sind diese das 5 und 6te allen gemeinsame Rhomboeder. Zu gleicher Zeit finden sich auch die Gegenrhomboeder

$\frac{a}{2}$, a′, 2a, 4a′ vor. Eine zweite Reihe bilden $\frac{a'}{20}$, $\frac{a}{10}$, $\frac{a'}{5}$, $\frac{2a}{5}$, $\frac{4a'}{5}$, $\frac{8a}{5}$, $\frac{16a'}{5}$, $\frac{32a}{5}$, die schon beim Hauptdreikantner Nro. 7 durch $\frac{a'}{5}$ eingeleitet ist. Dann folgt an Wichtigkeit die Reihe $\frac{a'}{14}$, $\frac{a}{7}$, $\frac{2a'}{7}$, $\frac{4a}{7}$, $\frac{8a'}{7}$, $\frac{16a}{7}$, durch die Dreikantner Nro. 6 und Nro. 8 eingesetzt. Die kleine Reihe $\frac{a'}{3}$, $\frac{2a}{3}$, $\frac{4a'}{3}$ mit den Gegenrhomboedern $\frac{2a'}{3}$ und $\frac{4a}{3}$ führt uns zu dem würfelartigen Rhomboeder. Anderer nicht zu gedenken.

Von nächster Wichtigkeit zeigt sich die Diagonalzone des Hauptrhomboeders, d. i. die Kantenzone des nächsten schärfern $\frac{b}{2}$. Da das nächste schärfere Rhomboeder $\frac{a'}{2} : \frac{a'}{2} : \infty a$ gestrichelt ist, so müssen die Dreikantner 1ster und 2ter Abtheilung auch gestrichelt sein. Es gehören dahin

	Weiß	Hauy	Mohs
35)	$\frac{1}{3}a' : \frac{b}{11} : \frac{1}{8}a' : \frac{b}{13} : \frac{1}{5}a' : \frac{b}{2}$	$= e^{\frac{1}{4}}$	$= 2\ S'\ 4.$
36)	$\frac{1}{2}a' : \frac{b}{8} : \frac{1}{6}a' : \frac{b}{10} : \frac{1}{4}a' : \frac{b}{2}$	$= e^{\frac{1}{3}}$	$= 2\ S'\ 3.$
37)	$a' : \frac{b}{5} : \frac{1}{4}a' : \frac{b}{7} : \frac{1}{3}a' : \frac{b}{2}$	$= e^{\frac{1}{2}}$	$= 2\ S'\ 2.$
38)	$2a' : \frac{2b}{7} : \frac{1}{3}a' : \frac{2b}{11} : \frac{2}{5}a' : \frac{b}{2}$	$= e^{\frac{2}{3}}$	$= 2\ S'\ \frac{3}{2}.$

Weitere Glieder der Reihe nicht bekannt. Mit Nro. 5 bis Nro. 7 verglichen gibt die Reihe im mittlern a gerade diejenigen Coefficienten $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{4}$, welche zwischen $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{1}{5}$ liegen. Einige Zwischenglieder

39)	$\frac{2}{3}a' : \frac{2b}{13} : \frac{1}{5}a' : \frac{2b}{17} : \frac{2}{7}a' : \frac{b}{2}$	$= e^{\frac{2}{5}}$	$= 2\ S'\ \frac{5}{2}.$
40)	$\frac{3}{2}a' : \frac{b}{4} : \frac{3}{10}a' : \frac{b}{6} : \frac{3}{8}a' : \frac{b}{2}$	$= e^{\frac{3}{5}}$	$= 2\ S'\ \frac{5}{3}.$

fügen sich gut.

Aus der Endkantenzone sind etwa bekannt:

	Weiß	Hauy	Mohs
41)	$9a' : \frac{b}{2} : \frac{9}{17}a' : \frac{9b}{33} : \frac{9}{16}a' : \frac{3b}{5}$	$= e^{\frac{9}{8}}$	$= \frac{5}{3}\ S'\ \frac{17}{15}.$
42)	$5a' : \frac{b}{2} : \frac{5}{9}a' : \frac{5b}{17} : \frac{5}{8}a' : \frac{5b}{7}$	$= e^{\frac{5}{4}}$	$= \frac{7}{5}\ S'\ \frac{9}{7}.$
43)	$4a' : \frac{b}{2} : \frac{4}{7}a' : \frac{4b}{13} : \frac{4}{5}a' : \frac{4b}{5}$	$= e^{\frac{4}{3}}$	$= \frac{5}{4}\ S'\ \frac{7}{5}.$
44)	$3a' : \frac{b}{2} : \frac{3}{5}a' : \frac{b}{3} : \frac{3}{4}a' : b$	$= e^{\frac{3}{2}}$	$=\ S'\ \frac{5}{3}.$
45)	$2a' : \frac{b}{2} : \frac{2}{3}a' : \frac{2b}{5} : a' : 2b$	$= e_2$	$= \frac{1}{2}\ S'\ 3.$

Projicirt man diese Körper wieder, so kann man leicht das Wahrscheinlichere vom Unwahrscheinlichern unterscheiden. Eine der schönsten Lagen hat Nro. 45, sie führt uns zum Wendepunkte, zum Dihexaeder

46) $\frac{3}{2}a : \frac{b}{2} : \frac{3}{4}a : \frac{b}{2} : \frac{3}{2}a : \infty b$,

das Levy angibt. Zwischen Dihexaeder und Rhomboeder beginnt die 3te

Abtheilung, wieder mit ungestrichelten a, weil sie ihre scharfen Endkanten wie die Endkanten des Hauptrhomboeders legen.

47) $2a : \frac{4b}{7} : \frac{4}{5}a : \frac{b}{2} : \frac{4}{3}a : 4b = e^4 = \frac{1}{4}$ S 5.

48) $\frac{5}{2}a : \frac{5b}{8} : \frac{5}{6}a : \frac{b}{2} : \frac{5}{4}a : \frac{5b}{2} = e^5 = \frac{2}{5}$ S 3.

Man erkennt darin gleich wieder das Reihengesetz $\frac{3}{4}a, \frac{4}{5}a, \frac{5}{6}a$ 2c.

Die Kantenzone des nächsten stumpfern Rhomboeders 2b hat ebenfalls eine Reihe aufzuweisen:

49) $\frac{1}{3}a' : \frac{2b}{19} : \frac{2}{13}a' : \frac{b}{10} : \frac{2}{7}a' : 2b = d^1 d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{2} S' 13.$

50) $\frac{1}{2}a' : \frac{2b}{13} : \frac{2}{9}a' : \frac{b}{7} : \frac{2}{5}a' : 2b = d^1 d_{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{4}} = \frac{1}{2} S' 9.$

51) $a' : \frac{2b}{7} : \frac{2}{5}a' : \frac{b}{4} : \frac{2}{3}a : 2b = d^1 d^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} S' 5.$

45) $2a' : \frac{b}{2} : \frac{2}{3}a' : \frac{2b}{5} : a' : 2b = e^2 = \frac{1}{2} S' 3.$

52) $3a' : \frac{2b}{3} : \frac{6}{7}a' : \frac{b}{2} : \frac{6}{5}a : 2b = \quad = \frac{1}{2} S' \frac{7}{5}.$

Dabei ereignet es sich zuweilen, daß Dreikantner der einen Reihe auch zu denen einer andern Reihe gehören, so liegt Nro. 45 sowohl in der Kantenzone des stumpfern 2b, als in der Kantenzone des nächsten schärfern $\frac{b}{2}$.

Auffallender Weise stellen sich darunter auch Gegendreikantner ein, so ist Nro. 44 der Gegendreikantner von Nro. 9, denn beider gleiches Zeichen unterscheidet sich nur durch die Striche. Unter andern merkwürdigen Gegendreikantnern erwähne ich nur:

53) $a' : \frac{b}{4} : \frac{1}{3}a' : \frac{b}{5} : \frac{1}{2}a' : b = d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{4}} = S' 3,$

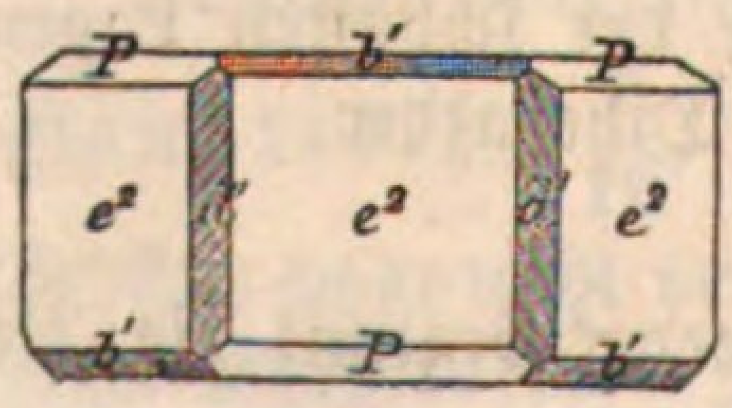
dieser entspricht dem Hauptdreikantner Nro. 7, der Nro. 6 dagegen

54) $\frac{1}{2}a' : \frac{b}{7} : \frac{1}{5}a' : \frac{b}{8} : \frac{1}{3}a' : b.$ Ebenso haben Nro. 24, Nro. 29, Nro. 36 2c. ihren Gegendreikantner.

Hat man auf diese Weise eine Uebersicht der Dreikantner gewonnen, so ist es nicht uninteressant, sich alle diejenigen herauszusuchen, welche parallele Sektionslinien auf der Projektionsfigur bekommen. Nehmen wir die Sektionslinien des Dreikantners Nro. 7 $= a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ des Gegendreikantners Nro. 53 -- $a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a'$, so gehen diesen Sektionslinien die von Nro. 45 $= \frac{1}{2}c : a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a'$, Nro. 18 $= \frac{1}{4}c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$, Nro. 36 $= 2c : a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a'$, $4c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ parallel, so daß bei gleicher Basis die Axe c in der Progression $\frac{1}{4}c, \frac{1}{2}c$, c, 2c 4c geschnitten wird.

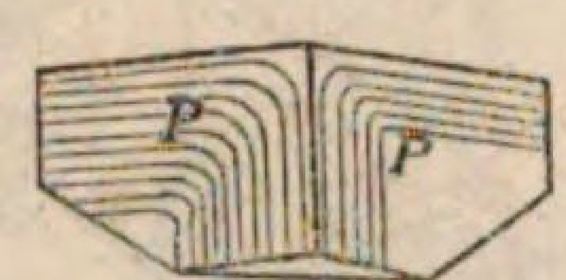
Was endlich das Vorkommen in der Natur betrifft, so ist ein scharfes Erkennen ohne Winkelmessung häufig nicht möglich, und gerade die complicirtesten und lehrreichsten Krystalle entziehen sich nicht selten auch den scharfen Winkelmessungen, doch kann man mit einem Handgoniometer sich leicht im Großen orientiren. Das soll an einzelnen Beispielen klar gemacht werden.

1. Reguläre 1ste sechsseitige Säule e^2 von Andreasberg. Sie herrscht durchaus vor, zeichnet sich durch Glanz und geringe Querstreifung aus. Der blättrige Bruch P stumpft die abwechselnden Endkanten ab, und erzeugt eine markirte Streifung auf dem nächsten stumpfern Rhomboeder b′, die senkrecht



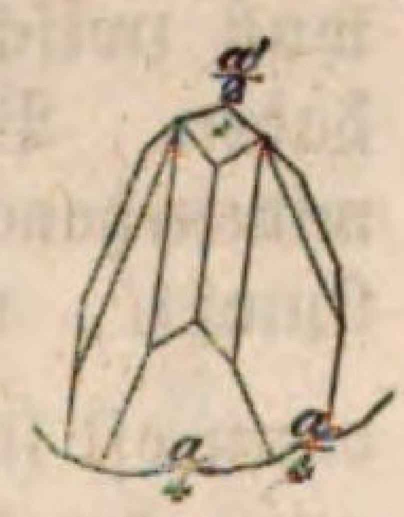
gegen die Endkante der Säule steht, und eine schiefe Streifung auf der 2ten Säule d′, die dem Durchschnitt der Säule mit dem Blätterbruch entspricht, folglich auf den abwechselnden Flächen d′ sich abwechselnd neigt.

2. Hauptrhomboeder vom St. Gotthardt. An einem Ende (Unterende) herrscht die Gradendfläche vor, und diese hat an kleinen Krystallen eine Querstreifung, was Andeutung eines vierten Blätterbruchs zu sein scheint, der die Endecke gerade abstumpft. Sonst ist die Oberfläche des



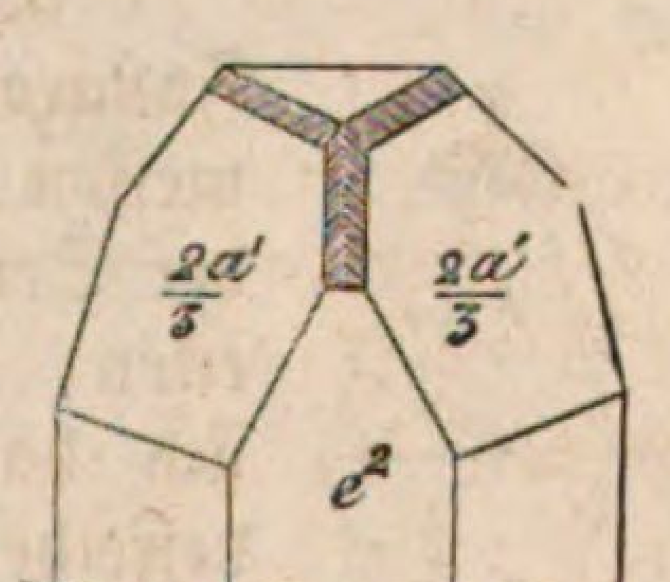
Rhomboeders matt, und wegen der zarten Streifung mit dem Fingernagel ritzbar. Bei größern Krystallen bemerkt man eine sehr regelmäßige Bogenstreifung, die Seitenarme der Bogen gehen der Rhomboederkante parallel, in der Mitte längs der schiefen Diagonale gewahrt man eine breite Einknickung: der erste Anfang einer Dreikantnerbildung, der aber der Hauptrhomboderfläche möglichst nahe liegt, also über unseren stumpfsten Nro. 13 = $10a : \frac{10}{9}a$ noch hinaus geht. Es kommen auch sehr complicirte Formen vor, woran aber meist die Gradendfläche einer Seite sich auszeichnet.

3. Im Muschelkalke findet man gar häufig das zweite schärfere Rhomboeder $\frac{a}{4}$, dessen scharfe Endkanten der Hauptdreikantner $a : \frac{1}{3}a$ zuschärft. An der Endspitze fehlt gewöhnlich das nächste stumpfere Rhomboeder $\frac{a'}{2}$ nicht. Dehnt sich der

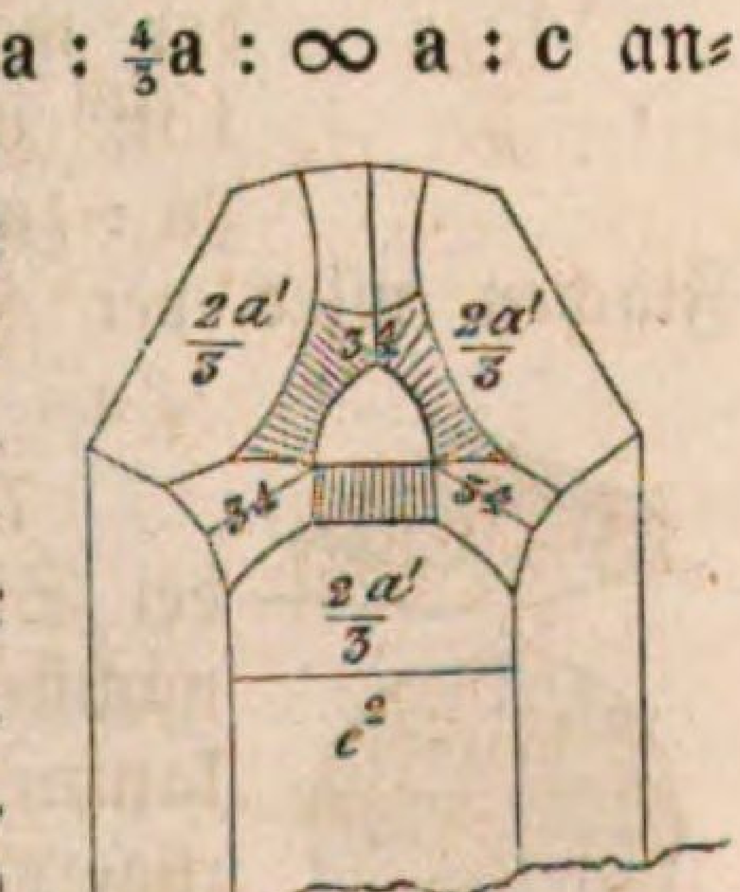


Dreikantner aus, so wird er nicht selten bauchig, es treten zwar noch allerlei Abstumpfungen hinzu, im Ganzen bleibt sich aber der Typus sehr gleich, und da er im Kalkgebirge der verschiedensten Formationen sich häufig findet, so verdient er hervorgehoben zu werden.

4. Kalkspathe von Andreasberg gehören mit zu den lehrreichsten, aber auch sie bilden eine große Familie. Schon oben bei der sechsseitigen Säule (1) ist diese Familie angedeutet. Hier haben wir auf der zum Theil langen 1sten Säule das würfelartige Rhomboeder $\frac{2a'}{3}$ vorherrschend, aber mit matter drusiger Fläche. Es kann daher kaum genau gemessen werden. Die Endkante erscheint gerade abgestumpft durch eine federartig gestreifte Fläche, was auf einen Dreikantner hinweist. Wenn die Fläche



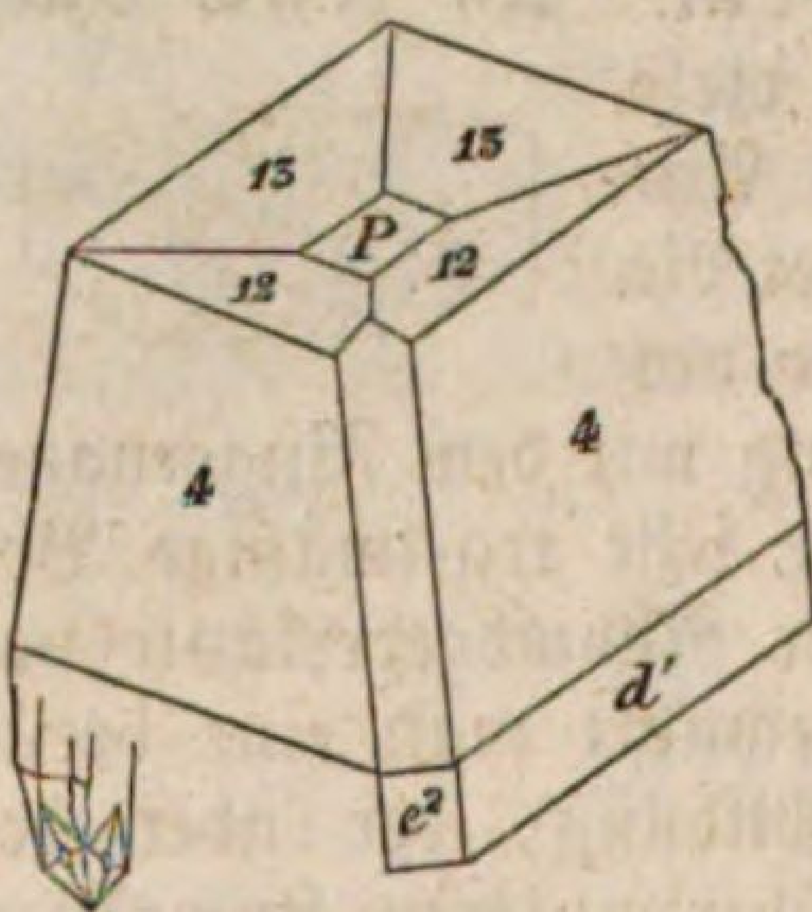
gerade abstumpfte, so müßte sie einem Rhomboeder $\frac{4}{3}a : \frac{4}{3}a : \infty a : c$ angehören, doch ist sie so eng mit dem Blätterbruch verbunden, daß man sie häufig anzweifelt. Sie setzt offenbar den Dreikantner ein, der bei jenen großen mit Rauschroth übertünchten Krystallen deutlich hervortritt. Hier macht das matte Rhomboeder $\frac{2}{3}a'$ mit dem Blätterbruch 80^0, das nächste stumpfere läßt sich darüber leicht an der starken diagonalen Streifung erkennen. In der Diagonalzone des letzteren liegt ein Dreikantner, der sich aber im weitern Verlaufe ganz abrundet, so daß man ihn nicht sicher deuten kann. Zippe bestimmt



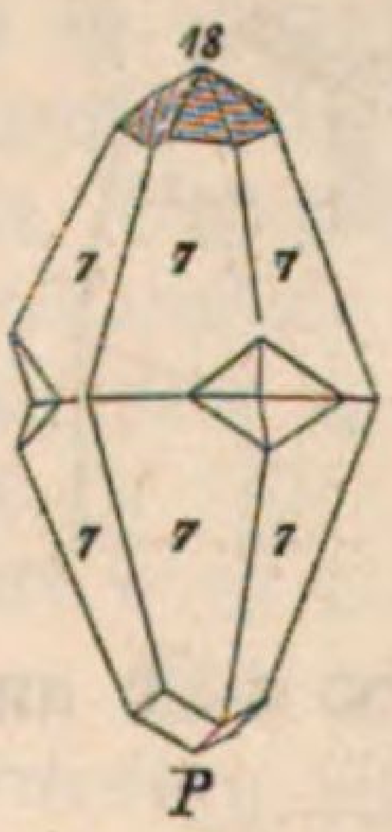
ihn $\frac{10}{3}a : \frac{10}{7}a : \frac{5}{2}a$ (Nro. 34). Gerade die Menge ganz flacher Dreikantner

aus der Endkantenzone des Hauptrhomboeders sind für die Erzgänge von Bedeutung. Wir wollen nur als ein Beispiel anführen:

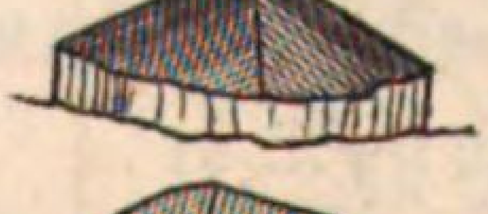
5. Haüys Quintidodécaèdre von Andreasberg ist zwar außerordentlich verzogen, allein man orientirt sich leicht an der Endecke, die dem Hauptrhomboeder gleicht, nur daß sich ein Dreikantner flach aus der Ebene des Blätterbruchs erhebt. Derselbe hat in der scharfen Endkante ungefähr 116⁰, was etwa auf ein Zeichen 10a : $\frac{10}{9}$: $\frac{10}{8}$a (Nro. 13) oder gar 11a : $\frac{11}{10}$a : $\frac{11}{9}$ hindeuten würde. Das flache ist gewöhnlich, aber außerdem kommt in der scharfen Endkante eine weitere Zuschärfung vor, die Haüy als b^4 = 5a : $\frac{5}{4}$a (Nro. 17) bestimmte. In der Seitenkante erhebt sich ein Dreikantner nur wenig steiler, als der erste, Haüy nannte ihn d^5 = 4a : $\frac{2}{3}$a (Nro. 10), allein dem Augenmaß nach muß er der Rhomboederfläche viel näher liegen, er muß zwischen Nro. 12 und das Rhomboeder P fallen, also etwa 8a : $\frac{8}{7}$a haben. Beide, das erste und dieses, bilden öfter ein ganz flaches Pyramidenrhomboeder, die Pyramidenspitze durch das Rhomboeder P abgestumpft, wodurch die Zonen scharf in die Augen treten. Darunter tritt

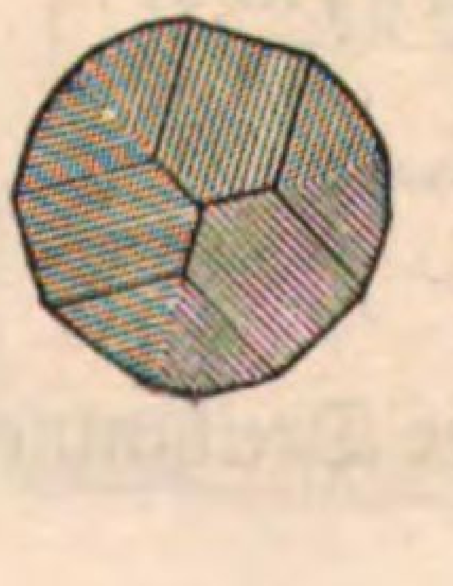


dann oft sehr vorherrschend ein Dreikantner, Haüy's $d^{\frac{5}{4}}$ = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{9}$a Nro. 4, auf, der der Kante des blättrigen Bruches parallel geht. Der Winkel der scharfen Endkante beträgt etwa 114⁰, daraus folgt, daß er innerhalb des Dreikantners Nro. 7 liegt, dessen scharfe Endkante reichlich 104⁰ macht. Dem Winkel zufolge könnte es auch Nro. 3 oder eine dem Mittelpunkte noch näher stehende sein. Die untergeordneten Abstumpfungen beider Säulen und des Rhomboeders, worunter auch das würfelartige nicht fehlt, übergehen wir.



6. Kalkspath von Derbyshire, bildet mehr als Fußgroße Dreikantner Nro. 7 = a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a, die man scharf messen kann. Uebergehen wir die kleinen Abstumpfungen der Seitenecken, und lenken die Aufmerksamkeit auf die Endecken, so kann man durch Wegsprengen des Blätterbruchs sich bald überzeugen, daß der Dreikantner der Kantenzone desselben angehört (Unterende), denn der Blätterbruch bildet mit den Dreikantnerflächen Rhomben. Am Ende findet sich der matte Dreikantner b^3 = 4a : $\frac{4}{3}$a (Nro. 18) mit etwa 138⁰ in den scharfen Endkanten, vierfach stumpfer ($\frac{1}{4}$c : a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a) als der Hauptdreikantner. Bei andern noch mattern Flächen wird der scharfe Endkantenwinkel sogar 145⁰, was etwa auf $\frac{10}{3}$a : $\frac{10}{7}$a : $\frac{5}{2}$a schließen ließe. Gewöhnlich Zwillinge.

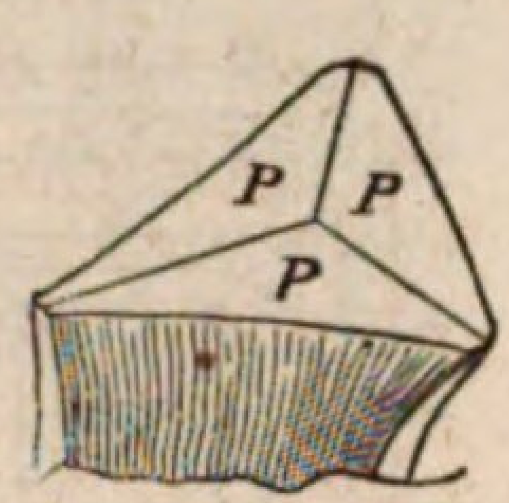




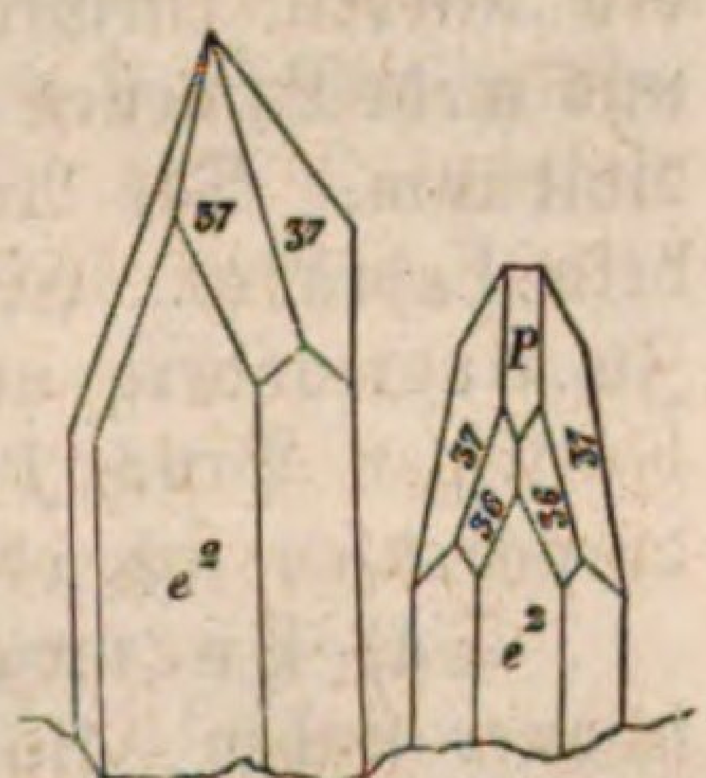
7. Kalkspath aus dem Teufelsgrunde im Münsterthal bei Staufen. Hier herrscht das Hauptrhomboeder mit dem nächsten stumpferen vor, allein die Krystalle sind durch Dreikantner aus der Endkantenzone nicht selten ganz linsenförmig zugerundet, was die Krystalle der Erzgänge so bezeichnet. Auch der gewöhnliche Dreikantner mit dem Rhomboeder am Ende kommt vor. Man findet auf letzterm aber immer An-

deutungen von Dreikantnern, die sich dem Blätterbruch möglichst nahe anlegen. Die Säulen machen die Ränder oft ganz cylindrisch, wie man es so schön auch bei Neudorf auf dem Unterharze findet.

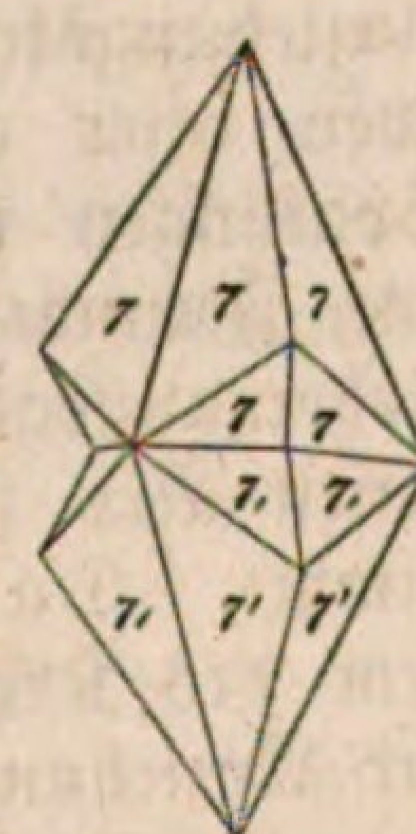
8. Das Hauptrhomboeder kommt zwar auch in Spalten des Kalkgebirges vor, allein hier finde ich die Flächen sehr glänzend, ohne Spur eines Dreikantners. Ein schönes Beispiel findet sich auf der schwäbischen Alp in den Kalkhöhlen. Das Hauptrhomboeder mit glänzenden Flächen, das eine Ende eines scharfen Rhomboeder bildend, das an Hauy's dilatée erinnert, aber nicht sehr deutlich ist. Die Kanten der drei breiten Flächen convergiren deutlich nach unten, sehen aber physikalisch anders aus als die drei schmalen, welche nicht so deutlich convergiren. Sämmtliche 6 Flächen scheinen aber auffallender Weise die Axe c unten zu schneiden, allein daran ist wohl nur Mißbildung Schuld.



9. Kalkspath von Alston in Cumberland zeigt uns an der regulären sechsseitigen Säule einen Dreikantner aus der Diagonalzone des Hauptrhomboeder. Derselbe stumpft die Kante zwischen Hauptrhomboeder und erster sechsseitiger Säule ab, muß also auf der Projection zwischen den Sektionslinien dieser beiden liegen d. i. Nro. 37. Sprengt man nun von einem die Spitze ab, so stumpft der blättrige Bruch die Kante zweier gegenüberliegender Flächen ab, folglich muß der Körper in der Diagonalzone liegen, es ist also der Dreikantner a : $\frac{1}{4}$a' : $\frac{1}{3}$a'. Oefter kommt daran auch der Dreikantner $\frac{1}{2}$a' : $\frac{1}{6}$a' : $\frac{1}{4}$a' Nro. 36 vor.



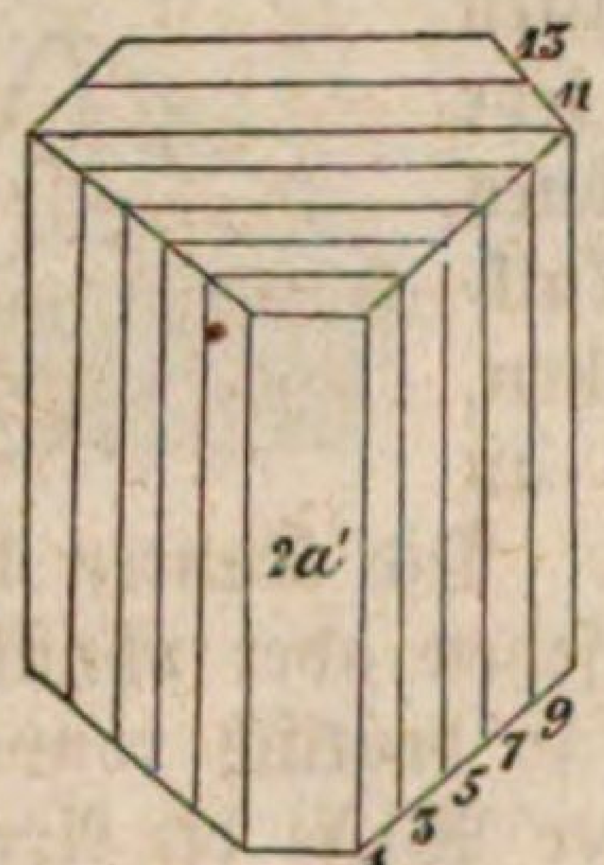
Zwillinge. Das gewöhnlichste Gesetz: Die Rhomboeder haben die Gradendfläche gemein und liegen umgekehrt. Sie sind daher um 60⁰ gegeneinander verdreht. Besonders findet man es bei Dreikantnern von Derbyshire, sehr schön auch in einem Thonletten des Muschelkalkes bei Cannstadt ohnweit der Ziegelhütte in den ersten Kalkwänden, welche der Fluß auf dem rechten Ufer trifft. Die Krystalle sind um und um ausgebildet, an den Seiten kommen drei Mal einspringende Winkel, und wenn diese sich auch ausfüllen, so passen scharfe Kanten unten und oben aufeinander, welche bei einfachen Formen bekanntlich abwechseln. Bei Auerbach an der Bergstraße in Hessendarmstadt kann man späthige Stücke von Fuß Durchmesser schlagen, die zwei dreiseitigen Pyramiden mit einander zugekehrten Basen gleichen. Natürlich kann man auch hier an die drei Seitenecken einspringende Winkel schlagen.



Das 2te Zwillingsgesetz: die Krystalle haben die Fläche des nächsten stumpfern Rhomboeder gemein und liegen umgekehrt, ist seltener. Man darf nur das Rhomboeder parallel der Fläche des nächsten stumpfern halbiren, und die Stücke gegeneinander um 180⁰ verdrehen. Zwei blättrige Brüche machen dann eine rhombische Säule von 105⁰ 5', während der dritte beider Individuen ein Paar einerseits mit ausspringendem, andererseits mit einspringendem Winkel von 141⁰ 52'



bildet. Die späthigen Stücke finden sich bei Auerbach sehr schön, auch verrathen oft Streifungen das Gesetz, wie unter andern die prachtvollen Stücke vom Sigmundsstollen im Rathhausberge bei Gastein: letztere



erscheinen in Rhombischen Säulen mit Schiefendfläche. Die stumpfe Kante der Säule ist durch eine matte Fläche des Rhomboeder 2a' : 2a' : ∞a : c stark abgestumpft, und parallel ihnen sondert sich die späthige Masse in zahlreiche Blättchen von $\frac{1}{3}'''$—1''' Dicke. Alle diese Blättchen 1 bis 13 gehören zwar ein und demselben Individuum, allein zwischen je zwei derselben schieben sich papierdünne Blättchen des andern Individuum's ein, so daß in den der Querdiagonale des Rhomboeders parallelgehenden Streifen auf der Schiefendfläche ein- und ausspringende Winkel erkenntlich sind, und da man die Streifen auch längs der Säule deutlich verfolgen kann, so sieht man, daß dem einspringenden Winkel des einen Endes ein ausspringender des andern entspricht. Stücke von 1 Zoll Dicke bestehen etwa aus 20 und mehr Lamellen von dem einen und eben so viel von dem andern Individuum. Die Anhäufung findet also in ähnlicher Menge Statt, wie beim Labrador. Eine geringe Krümmung stört die Meßbarkeit der Winkel. Zu Andreasberg und Derbyshire kommen auch Zwillinge vor, welche den blättrigen Bruch P gemein haben und umgekehrt liegen. Die Krystalle durchkreuzen sich oder lagern sich knieförmig aneinander.

Das Fortwachsen der Krystalle dürfte sich kaum irgendwo schöner finden, als beim Kalkspath: alle verwitterte rauhflächige Krystalle haben zumal auf Erzgängen (Samson) sich mit einer klaren glänzenden Hülle umgeben, woran nur stellenweis das alte Kleid noch frei liegt. Häufig setzt das neue Kleid das alte nur fort, es können aber auch neue Flächen eintreten und alte verschwinden. Doch ordnet sich alles so sicher, daß man deutlich sieht, der alte Krystall hat seine vollkommene Anziehungskraft auf die Substanz bewahrt. Gewisse Anziehungskraft üben öfter auch andere Unterlagen, wie z. B. die Asseln der hohlen Spatangen und Ananchiten der Kreideformation (Weiß Verh. Gesellsch. nat. Freunde zu Berlin 1836 pag. 12), oder die Echinosphäriten des Uebergangsgebirges ꝛc.: jede Assel hat auf der Innenseite ihren Krystall, dessen Axe senkrecht gegen sie steht und dessen Größe genau mit ihr stimmt. Da die Assel selbst aus späthigem Kalk besteht, dessen Axe mit dem des Krystalls zusammenfällt, so mag darin der theilweise Grund zur Anziehung gelegen haben.

Zu späthigem Kalk bilden sich oftmals die fossilen Muschelschalen um, vor Allem aber die Echinodermen, und wenn diese Theile in die Länge gestreckt sind, so fällt die Axe des Blätterbruchs mit der Längslinie zusammen. Sehr schön findet man das bei den Cidaritenstacheln, die innerlich den vollkommensten Blätterbruch eines einzigen Kalkspathrhomboeders haben. Bei den gegliederten Stengeln, wie z. B. den Stielen der Krinoiden, scheint die Hauptaxe zwar der Richtung des Stieles zu folgen, aber die Blätterbrüche der einzelnen Glieder sind gegen einander verdreht, doch kann die Drehung durch kein Gesetz festgestellt werden. Ich habe z. B. ein 10gliedriges Stück von Pentacrinites basaltiformis

aus dem mittleren Lias genau präparirt: lasse ich das erste Glied spiegeln, so muß ich das zweite etwa um 20° im Horizontalkreise mir zudrehen, um den Spiegel zu haben; das dritte noch 2° mir zu; das 4te 25° ab; das 5te wieder mir zu; das 6te wieder ab; das 7te zu, 8 spiegelt damit fast; 9 noch weiter mir zu. Nro. 1, 4, 7 und 8 weichen nur wenig von einander ab; ebenso Nro. 2, 3, 5 und 9. Beim Encrinites liliiformis des Muschelkalkes spiegeln öfter drei folgende genau ein, aber der Drehwinkel weicht sehr bei den einzelnen ab.

Aeußere Kennzeichen. Härte 3, Normalhärte; Gew. 2,7. Selten schön gefärbt, und dann meist gelbbraun von Eisenoxydhydrat. Seine ausgezeichnete doppelte Strahlenbrechung ist bekannt pag. 102. Dünne Scheiben sollen schon durch den Fingerdruck elektrisch werden. In der Temperatur des kochenden Wassers wird nach Mitscherlich der Endkantenwinkel 8½ Minute kleiner (von 105° 5′ geht er auf 104° 56½′), er muß sich also beim Erwärmen nach der Hauptaxe stärker ausdehnen, als nach den Nebenaxen. Optische Wichtigkeit pag. 103.

Chemische Eigenschaften. $\dot{C}a\,\ddot{C}$, Stromeyer fand im isländischen Doppelspath 43,7 $\ddot{C}$, 56,15 $\dot{C}a$, 0,15 $\ddot{M}n$ und $\dot{F}e$, was genau den Atomzahlen 356 $\dot{C}a$ + 256 $\ddot{C}$ entspricht. Große Stücke brausen stark mit Salzsäure, indem Kohlensäure entweicht und Ca Cl sich löst. Vor dem Löthrohr brennt er sich kaustisch, indem die $\ddot{C}$ entweicht und Aetzkalk $\dot{C}a$ zurückbleibt, der bei fortgesetztem Glühen blendend leuchtet. In einer Atmosphäre von Kohlensäure gibt er aber seine $\ddot{C}$ nicht ab, daher hört in geschlossenen Gefäßen die Zersetzung gleich auf, sobald sich das Gefäß mit Kohlensäure gefüllt hat. Auf diese Weise ist er *schmelzbar* und krystallisirbar. Aetzkalk soll sogar in der Weißglühhitze aus einem Strome von $\ddot{C}$ so viel aufnehmen, daß er wieder mit Säuren braust. Daher muß beim Brennen vorzüglich darauf gesehen werden, durch guten Zug die freie $\ddot{C}$ möglichst zu entfernen. Der gebrannte Kalk mit Wasser übergossen erhitzt sich, und wird zu Kalkhydrat $\dot{C}a\,\dot{H}$. Dieß ist eine im Wasser wenig lösliche stark ätzende Basis, daher für die Technik so wichtig, namentlich in der Baukunst. Der *Luftmörtel* findet sich bei den ältesten Baudenkmalen (cyclopischen Mauern, Aegyptischen Tempeln, Cloaca maxima in Rom) noch nicht, die Babylonier bedienten sich des Erdpechs, später hatten aber die Römer so vorzüglichen Mörtel, daß er den unsrigen zu übertreffen scheint. Das Alter mag dazu viel beitragen. Das $\dot{C}a\,\dot{H}$ zieht nämlich aus der Luft $\ddot{C}$ an, und verwandelt sich außen in $\dot{C}a\,\ddot{C}$, während das Innere bei dicken Wänden Jahrhunderte lang kaustisch bleibt. Aber nur dünne Lagen haften, daher muß er mit fremdartigen Massen stark gemischt werden. Schon Klaproth (Beiträge V. 91) untersuchte einen blauen Kalk vom Vesuv, der 11 $\dot{H}$ und nur 28,5 $\ddot{C}$ enthielt, also etwa 2 $\dot{C}a\,\ddot{C}$ + $\dot{C}a\,\dot{H}^2$ war, es mögen gebrannte Kalkblöcke des Vulkanes sein, die an der Luft wieder $\ddot{C}$ anzogen. Nach Fuchs soll auch der Mörtel an der Luft zu solcher Verbindung werden, cf. Dufrénoy Trait. Min. II. 266. Pelouze's künstlich darstellbarer rhomboedrischer

Hydroconit ($\dot{C}a\,\ddot{C}$ + 5 $\dot{H}$) erzeugt sich dagegen auf nassem Wege, und wurde in kupfernen Pumpen, auf dem Grunde von Norwegischen Bächen (Pogg. Ann. 68. 381) gefunden. Der von Syenit durchbrochene

Muschelkalk von Predazzo (**Predazzit**) im Fleimserthal enthält sogar ½ bis 1 Atom $\dot{Mg}\,\dot{H}$ (Erdmann Journ. pr. Chem. 52. 346).

In den Mörteln spielt auch die Kieselerde und Talkerde noch eine bedeutende Rolle, vor Allem ist hier der **Wassermörtel** der Römer zu erwähnen, von dem schon Plinius hist. nat. 35. 47 sagt: Selbst die reine Erde hat bemerkenswerthe Eigenschaften ...., quis enim satis miretur pessimam ejus partem, ideoque pulverem appellatum in Puteolanis collibus, opponi maris fluctibus: mersumque protinus fieri lapidem unum inexpugnabilem undis, et fortiorem quotidie, utique si Cumano misceatur caemento? Das ist die berühmte Puzzolanerde von Puzzuoli bei Neapel und der Traß des Brohlthales an der Eifel (den ebenfalls die Römer schon fanden), welcher dem gelöschten Kalke hälftig beigemischt, eine Masse erzeugt, die unter Wasser getaucht sogleich hart wird. Jetzt weiß man, daß auch thonige und bittererdehaltige Kalksteine, wie sie im weißen Jura der Alp, im untern Lias und Muschelkalke vorkommen, für sich gebrannt, schon hydraulischen Kalk geben. Löst man die gebrannte Masse in Säure, so scheidet sich die Kieselerde gallertartig aus, sie findet sich also wie bei den Zeolithen in ihrer löslichen Modification darin, die $\ddot{Si}$ mag daher beim Zutritt des Wassers auf $\dot{Ca}$ und $\dot{Mg}$ wie bei der Zeolithbildung wirken.

Vorkommen. Der kohlensaure Kalk findet sich auf der Erdoberfläche in ungeheuren Massen verbreitet. Er fehlt dem Urgebirge zwar nicht, doch ist er hier nur sparsam, und mag auch ein Theil auf trockenem Wege gebildet sein, was unter einem starken Drucke möglich ist, so verdankt doch der Meiste dem Wasser seinen Ursprung. Das mit Kohlensäure geschwängerte Wasser löst das Kalksalz, man sagt gewöhnlich, es sei als doppelt kohlensaurer Kalk ($\dot{Ca}\,\ddot{C}^2$) im Wasser löslich. Wenn nun die Wasser verdunsten oder unter geringerem Druck ihre $\ddot{C}$ abgeben müssen, so scheidet sich der $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ wieder aus. Auf diese Weise haben sich Krystalle in den verschiedensten Spalten und hohlen Räumen der Gesteine erzeugt. Besonders häufig aber in den Kalkgebirgen. Namentlich gern krystallisirt er, wenn die Wasser durch fremde Gegenstände, wie durch ein Filtrum durch mußten: so findet man in gewissen Kalkschlammen keine unverletzte Ammonitenkammer, die nicht innen mit Krystallen tapezirt wäre, aber nur so weit, als die unverletzte Kammer die hohlen Räume von außen absonderte, die Schale wirkte hier offenbar wie ein Filtrum. Der Kalkschlamm selbst mag wegen seiner vielen Schalenreste der Hauptsache nach ein thierisches Produkt sein.

Erwähnen wir einige seiner Hauptvarietäten:

1. **Krystalle.** Die schönsten findet man auf Erzgängen: so wurde unter andern 1785 auf der Grube „fünf Bücher Mosis" bei Andreasberg ein 5 Lachter großes Drusenloch mit den wichtigsten Krystallen eröffnet, seit der Zeit wird dieser Fundort immer erwähnt. Nicht minder schön und mehr als Fuß groß kommen sie in Derbyshire vor. Die großen späthigen Stücke von mehr als Quadratfuß Oberfläche bei Auerbach sind nichts als innere Theile verdrückter Krystalle. Damit können sich die Krystalle in Spalten des Kalkgebirges selten messen.

2. **Späthige Massen** nennt man solche, an welchen man keine äußere Flächenumrisse mehr bemerkt, obgleich viele derselben in Sammlungen nur von zerschlagenen Krystallindividuen stammen. Am berühm-

testen ist der Isländische Doppelspath, weil man dadurch, nach Bartholinus Entdeckung 1670, die Gegenstände doppelt sieht. Er kommt in einer 3′ breiten und 25′ langen Spalte am nördlichen Ufer des Rodefiordes auf der Ostküste von Island vor, die Spalte setzt im Dolerit zu unbekannter Tiefe fort. Ein Bach fließt darüber hin, und verunreinigt die schöne Masse, welche ein grobkörniges compaktes Gemisch bildet, worin für Krystallisationen kein Raum blieb, und zierliche Krystalle von Blätterzeolith sind eingeschlossen. Halbklare Krystalle kommen zwar auch in manchen andern Gegenden vor. Allein für Stücke von solcher absoluten Klarheit war Island bis jetzt der einzige Fundort.

Die späthige Kalkmasse wird öfter ausgezeichnet krummschalig, die Krystalle bekommen dann eine glaskopfartige Oberfläche von höchst eigenthümlichem Aussehen. Vergleiche auch die sogenannten Krähenaugen von Andreasberg. Die schwarzen krummschaligen nennt man Anthraconit, besonders schön in der Abtenau bei Salzburg.

3. Strahliger Kalkspath kommt häufig im Kalkgebirge vor, wie z. B. in den Bohnenerzspalten der Alp. Das strahlige Gefüge hängt mit der Krystallbildung auf das Engste zusammen: es sind nichts anders als parallel gelagerte Säulen, die sich in ihrer Ausbildung gegenseitig störten. Die fortificationsartig gestreiften Stücke fallen leicht auseinander, und die Endecke des blättrigen Rhomboeders liegt nie anders, als am Ende dieser Strahlen. Werden die Strahlen zu feineren Fasern, so muß man sich vor Verwechslung mit Arragonit hüten. Man nennt das feinere auch Faserkalk. Besonders interessant sind in dieser Beziehung die Belemnitenscheiden: die Strahlen entspringen fein im Mittelpunkte, und werden nach außen immer breiter. Auch hier fällt die Axe des blättrigen Bruchs genau mit der Strahlenaxe zusammen. Ebenso werden die Muschelschalen, wie von Inoceramus, Pinna etc., oft fasrig, die Faser steht senkrecht gegen die Fläche, aber auch bei diesen vermißt man trotz der Feinheit das späthige Gefüge niemals.

Die Dutenmergel (Nagelkalke) bilden Platten in dem Schieferthone der verschiedensten Formationen, besonders aber im Steinkohlengebirge und im Lias und braunen Jura. Der späthige Bruch ist bei ihnen unverkennbar, allein es scheiden sich zahlreiche kleine Kegel aus, die ihre Basis in der Plattenwand haben, und ihre Spitzen gegeneiander verschränken. Längsstreifen und wellige Querstreifen gehen durch die ganze, theilweis sehr unregelmäßig abgesonderte Masse: eine Bildung, die man noch nicht hat erklären können. Concretionen waren es jedenfalls.

4. Körnigblättriger Kalkstein, das krystallinische Gefüge der einzelnen Körner sehr deutlich, aber die Individuen verschränken sich so ineinander, daß sie compakte feste Gesteine bilden. Es gehören dahin

die Stalaktiten und Kalksinter, welche die Wände der Höhlen und Spalten im Kalk- und Dolomitgebirge überziehen, und die in frühern Zeiten in so hohem Grade die Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Sie hängen oft wie Eiszapfen von den Wänden herab, zeichnen sich durch concentrische Schichtung aus, zeigen sich aber beim Zerschlagen häufig sehr deutlich körnig, während bei andern das Excentrischstrahlige herrscht. Wie schnell solche Zapfen gebildet werden können, sieht man

unter neuen Brückengewölben. Die dünnen sind öfter röhrenförmig hohl, haben aber eine sehr späthige Hülle. Durch die Höhle lief das Wasser herab. Auch bei compakten Stalaktiten findet man am Ende öfter eine Grube, wo die Wassertropfen hängen bleiben und wieder etwas von der Masse auflösen. Wells (Silliman Amer. Journ. 1852. XIII. 11) hat im Widerspruch mit Liebig darin Quellsäure nachgewiesen, wovon er sogar die gelbe Farbe ableitet, da selbst bei ganz dunkeln die Lösung kein Eisen zeigte!

Marmor.

Schon bei Homer heißt *μάρμαρος* jeder glitzende (besonders bearbeitete) Stein, daher begreifen spätere, wie Plinius und andere, unter marmor die verschiedensten Felsarten, namentlich auch Granite. Gegenwärtig jedoch hat man den Namen blos auf Kalksteine beschränkt. Obenan steht

der Statuen-Marmor. Der Salinische Marmor der älteren Mineralogen. Wie der Schnee zum Eise, so verhält sich dieser Marmor zum klaren Doppelspath. Die reinsten sind vollkommen schneeweiß, nur in großen Stücken häufig durch Flecken und flammige Streifen verunreinigt. Der blättrige Bruch des feinen Korns glänzt aus dem Innern heraus, die geschliffene Oberfläche hat daher nicht das matte Aussehen des Alabasters. Mit der Zeit vergilben sie, wie das die antiken Statuen, und die Marmorpalläste von Venedig, Genua, Florenz und Rom zeigen. Dieses zuckerförnige Gestein spielt zwar in den krystallinischen Gebirgen Nordeuropas, der Alpen und Pyrenäen eine bedeutende Rolle, allein unerreicht stehen noch heute Italien und Griechenland da. Seit der römischen Kaiserzeit übertrifft der Lunensische (Carrarische) Marmor an blendender Weiße, Fleckenlosigkeit, Gleichheit und Härte des Korns alle bekannten. Er bricht auf der Westseite der Apuanischen Alpen (6300′), die im Golf von Spezzia steil an das Meer treten. Viele Geologen halten ihn für metamorphosirten Kalkstein der Kreideformation. Er enthält 0,4 Mg. Künstler aller Nationen haben hier ihre Werkstätte aufgeschlagen, um gleich an Ort und Stelle durch Bearbeitung im Rohen sich von der Brauchbarkeit und Fehlerlosigkeit der Blöcke überzeugen zu können. Große Magazine davon sind in Florenz, und man wird keine selbst der kleinern Hauptstädte Deutschlands besuchen, wo man nicht mehrere Denkmale aus diesem merkwürdigen Gesteine fände. Die Waterloo-Vase auf dem Trafalgar Platze ist 16′ hoch und 10′ breit, Napoleon sahe die riesigen Blöcke vor dem Russischen Feldzuge, und bestimmte sie zu einem Siegesdenkmale! Der Parische Marmor, das Material der griechischen Künstler in ihrer höchsten Blüthe, ist etwas grobkörniger, und (wohl nur in Folge dessen) nicht so blendend weiß. Er bricht auf der Insel Paros, die außer Gneus und Glimmerschiefer wohl zu drei Viertheilen aus diesem kostbaren Material besteht. Die Brüche waren meist unterirdisch, und sind jetzt durch König Otto wieder eröffnet. Hohen Ruf genoßen auch die Brüche von Pentelicon nördlich Athen, aber Adern von grünem Talk durchziehen ihn. Solche Streifen von glimmerigem Talk findet man häufig im Marmor der Hochgebirge, die Alten wählten ihn gern zu Säulen, wie den Cipolino unserer Künstler, dessen Streifen

mit den Häuten einer Zwiebel verglichen werden. Noch viel größer ist die Mannigfaltigkeit der freilich weniger kostbaren

5. bunten Marmore. Dieß sind nichts weiter als dichte Kalksteine mit flachmuscheligem splittrigem Bruch. Doch nennt man nicht jeden Kalkstein Marmor, er muß sich entweder durch schöne Farben auszeichnen, oder doch einen höheren Grad von Reinheit haben. Letzterer bildet, wie die Dolomite, plumpe Felsen, und findet sich besonders im Hochgebirge oder doch in den ältern Formationen. Die Künstler bezeichnen ihn gern nach der Farbe: Marmo bianco (weiß), nero (schwarz), rosso (roth), verdello (grün), giallo (isabellgelb); setzen auch wohl den Fundort zu, giallo de Siena. Wenn dieser aber nicht bekannt ist, wie das bei den Alterthümern Griechenlands und Italiens häufig vorkommt, so setzt man noch antico hinzu, was in Italien freilich häufig, wie schon Ferber (Briefe aus Welschland) bemerkt, betrügerisch geschieht, um dadurch den Werth der Sache zu erhöhen. Es gibt auch vielfarbige, bei denen die Farben sich meist flammig zertheilen, und wovon die Techniker das Wort „marmorirt" entlehnt haben. In Deutschland ist der rothe Marmor von Rübeland bei Elbingerode auf dem Harz, und der von Bayreuth bekannt. Sonderlich stark braun- und gelbgeflammte kommen an den Gränzen der Bohnenerze auf der Alp vor, sie werden zu Briefbeschwerern, Pfeifenköpfen ꝛc. benützt (Mineralogische Belustigungen 1770. V. pag. 202).

Muschelmarmor (Lumachelle) nennt man die Kalksteine, worin die organischen Einschlüsse, worunter hauptsächlich Muscheln, scharf hervortreten. Einen der schönsten darunter bildet der Muschelmarmor von Bleiberg in Kärnthen. Zwischen zahllosen Muscheln des schwärzlichen Gesteins liegen Schalentrümmer von Ammonites, die in den prachtvollsten Regenbogenfarben strahlen, besonders nach gewisser Richtung, wie die Perlmutterschale. In der Gegend von Ischl werden Ammoniten polirt, woran die Loben auf das Zierlichste hervortreten. Der Alttorfer Muschelmarmor ist ein bituminöser Liaskalk mit Ammonites communis, dessen Kammern sich mit Kalkspath erfüllt haben. Ueberhaupt wird der Effekt dieser Gesteine durch das späthige Gefüge der darin eingesprengten Muscheln erzeugt. Die Alten kannten sie von Megara.

6. Die dichten Kalksteine nehmen Thon auf, verlieren dann zwar an Schönheit, gewinnen aber gewöhnlich an Schichtung. Der berühmteste aller geschichteten Kalke heutiges Tages findet sich zu Solnhofen an der Altmühl in Baiern. Hier finden sich in den plattigen Kalken des obern Weißen Jura Bänke von einer bewundernswürdigen Gleichartigkeit: es ist ein homogener Kalkschlamm mit ebenem Bruche, der auf Schuhweite dem Schlage folgt, man kann Platten von mehreren Quadratfuß gewinnen, die nicht den geringsten Fehler haben, die Bruchfläche mit der Hand überfahren erregt das sanfteste Gefühl. Am feinsten sind die blauen von Mörnsheim. Die feinen dienen zur Lithographie, kleine Fehler schaden nicht; die gröbern zu Fußplatten, Dachziegeln ꝛc. Die Ziegelplatten sind oft durch schwarze Dendriten, welche von einer Spalte aus sich blumig ins Gestein verbreiten, geschmückt. Diese Manganfärbungen hielt man früher irrthümlich für Pflanzen, sie zogen daher in ungebührlichem Grade die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich. Noch heute betrachtet sie der Laie mit besonderm Wohlgefallen.

7. Mergelkalk bis Mergel. Nimmt der Kalk immer mehr Thon auf, so verwittert und verfriert er um so leichter, das Produkt ist eine Mergelerde. Wir kommen so durch alle möglichen Abstufungen über den Lehm hinweg zu den Thonen. Von einer mineralogischen Klassificirung kann hier nicht mehr die Rede sein, man kann sie nur chemisch festhalten. Viele derselben sind bituminös, namentlich wenn sie Petrefakten zum Bett dienten: so der berühmte Mannsfeldische „Bituminöse Mergelschiefer" der Zechsteinformation, von schwarzer Farbe, die er im Feuer verliert, und wegen seines Gehalts von Schwefelkupfer und Silber ein wichtiger Gegenstand des Bergbaues; der Posidonienschiefer des Lias mit seinen harten Stinksteinplatten, der wegen seines Oeles mit loher Flamme brennt, und in manchen Gegenden, wie zu Seefeld in Tyrol technisch gewonnen wird; die Süßwasserkalke der Tertiärformation (Bolca, Oeningen, Aix rc.) geben gerieben oder geschlagen wenigstens noch einen starken ammoniakalischen Geruch aber mit specifischer Eigenthümlichkeit von sich.

Noch ein besonderes Wort verdienen die Mergelknollen: rundliche Concretionen in allerlei besonders mergeligen Gebirgsarten liegend. Viele erinnern an Kieselknollen, und bahnen den Weg zu den eigentlichen Feuersteinen. Andere sind aber wahre Mergel, wie die Imatrasteine, nach den Stromschnellen des Wuoren in Finnland benannt (Parrot, Bulletin Acad. Petersb. 1839, VI. 183), die in einem Lehm liegen, und wegen der welligen Petrefakten nachahmenden Form fälschlich für Petrefakten gehalten sind. Ehrenberg beschreibt ähnliche Dinge aus den Mergeln von Dendera in Aegypten (Abhandl. Berlin. Akad. 1840) und nennt sie Krystalloide, so wenig sie auch mit Krystallen gemein haben. Von besonderer Regelmäßigkeit sind noch die Schwedischen Marlekor (Leonhard's Jahrb. 1850. pag. 34), die schon Linné als Tophus Ludus kannte. In deutschen Lehmbildungen fehlen sie nicht, z. B. bei Cannstadt, sind hier aber viel erdiger. Etwas eigenthümlicher Art ist der bekannte Florentiner Ruinenmarmor, der ebenfalls Nieren im tertiären Mergel des Arnothales bilden soll. Man darf solchen Concretionen doch nicht zu große Wichtigkeit beilegen, und sie bis in alle Einzelnheiten verfolgen wollen. Auch der chemische Gehalt hat nur ein untergeordnetes Interesse, denn im Grunde gehören auch die Sandzapfen aus der Molasse Oberschwabens und Oberbayerns hierhin, die in den wunderbarsten zizenförmigen Auszackungen sich im Sande verbreiten. Wie die Stalaktiten, die runzeligen Wülste gefrorenen Wassers sich bilden, so mögen auch diese Figuren im Erdinnern zusammengeflossen sein, ohne daß dabei besondere Attraktionsgesetze im Spiele waren.

8. Kreide, erdig und von schneeweißer Farbe, bildet im Norden ganze Felsenmassen. Sie besteht bei 300maliger Vergrößerung aus Körnern von elyptischem Umriß, wozwischen mikroskopische Schalen von Foraminiferen liegen (Ehrenberg Abhandl. Berlin. Akad. 1838 und 1839). Die Körner unorganischen Ursprungs sind wohl nichts weiter als ein feiner Kalkschlik des Urmeers. Die Montmilch (Bergmilch) kommt nesterförmig vor, sie ist kreideartig, aber weicher und zarter im Anfühlen. Manchmal erscheint sie als ein besonderer Niederschlag, dann aber auch

wieder als ein Zersetzungsprodukt. Man muß sich hüten, sie nicht mit Infusorienerde zu verwechseln.

9. Kalktuff (Travertino, tofus Plin. hist. nat. 36. 48), ein grauer poröser erdiger Kalk, secundäres Produkt der Kalkgebirge, in deren Thalsohlen und Quellenabhängen er sich absetzt. In der schwäbischen Alp ist er öfter nichts als lebendig begrabenes Moos, daher das Zackige und unregelmäßig Löcherige. Feucht läßt er sich sägen (dentata serra secatur), und liefert unter Dach (sub tecto dumtaxat) ein leichtes, festes und trockenes Baumaterial. Auch die von den Alten so viel genannte Osteocolla (Beinbruch), meist Pflanzenwurzeln, die im tiefen Mergel oder Sandgrunde verfault und erdigen Kalk aufgesogen haben, möge man hier vergleichen. Dieser tuff- und bergmilchartige Kalk spielte in den Officinen früher eine wichtige Rolle.

10. Oolith (Rogenstein), Hammitis ovis piscium similis Plin. hist. nat. 37. 60, bildet kleine regelmäßige Kügelchen von Hirsekorn- bis Erbsengröße, sieht daher versteinerten Fischrogen sehr ähnlich, wofür man ihn früher ziemlich allgemein hielt. Allein die Körner sind häufig concentrisch schalig und excentrisch fasrig, und ihre Aehnlichkeit mit Erbsensteinen ist zu groß, als daß man sie nicht für unorganische Bildungen halten müßte. Die mächtigsten Lager kommen im Braunen und Weißen Jura vor, oft von außerordentlicher Regelmäßigkeit der Körner, wie z. B. am Wartenberge südöstlich Basel. Sie liefern gute Bausteine. Ein anderes weniger mächtiges aber meist von größerem Korn findet sich im Bunten Sandsteine am Fuße des Harzes, die größern lösen sich bei der Verwitterung in kleinere Körner, auch gehen die Bänke stellenweis geradezu in Faserkalk über, so daß man sie für ein Produkt heißer Quellen halten möchte.

Der Erbsenstein, besonders im Thale des Karlsbader Sprudels mächtige Lager bildend, glänzt an der Oberfläche wie Erbsen, ist sehr deutlich concentrisch schalig, und beim Zerschlagen findet man innen ein fremdartiges Korn, was ohne Zweifel zur Bildung die erste Veranlassung gab: der heftige Sprudel spielte mit dem Sande, um welchen sich der Kalk so lange concentrisch ablagerte, bis die Erbse, zu schwer, sank und sich zur Seite lagerte. Der Erbsenstein ist übrigens Arragonit. Eigenthümlich sind die Piselli de Vesuvio aus der Fossa Grande, aneinander gebackene Kugeln von der Größe einer Erbse. Eine der räthselhaftesten Bildungen kommt in unsern Kalkhöhlen vor: 1838 fand ich bei Nachgrabungen von Bärenknochen in der Erpfinger Höhle (Oberamts Reutlingen) mitten im Knochenhaltigen braunen Lehm mit Kalksinter überzogene Drusenräume, die ganz erfüllt sind von 50—60 äußerst glatten glänzenden Kalksteinen, von eckiger Form, ähnlich den Gallensteinen. Die Steine liegen meist frei darin, sind verschieden gefärbt, namentlich ziehen einige blaß pfirsichblüthrothe das Auge besonders auf sich. Wie kann man solche Kalkbildungen in einem rings geschlossenen Raume mitten im Lehm erklären. Die Contenta eines Bärenmagens kann es doch wohl nicht sein?

Der krystallinische und dichte Kalk hat in hohem Grade die Eigenschaft, sich mit fremden Substanzen zu mischen. Vor allem durchdringt ihn die Kieselerde, und die Kieselerde scheidet sich in Knollen oder in den Schalen der Thierreste aus, mit Säure behandelt gelatiniren solche Kalke.

So führt Hausmann einen Braunsteinkalk von Ihlefeld an, krumm-blättrig und kohlschwarz von Braunstein; einen Hämatokonit blutroth von Eisenoxyd, und körnig blättrig, wie der dichte Marmo rosso antico; einen Siderokonit ochergelb von Eisenoxydhydrat, wie der Numidische Marmo giallo antico.

Verschieden von solchen fremden Beimischungen sind dann diejenigen, welche als kohlensaure Verbindungen hinzutreten, und verändernd auf die Form einwirken. Diese haben noch darum ein wissenschaftliches Interesse, da es bei den rhomboedrischen öfter den Anschein gewinnt, als könnte man aus der Form auf den Inhalt und umgekehrt schließen. Wir wollen diesen

Einfluß des Inhalts auf die Form

etwas näher auseinandersetzen. Man weiß, daß die reine $\dot{C}a\,\ddot{C}$ einen Endkantenwinkel von $105^0\,5'$, und die reine $\dot{M}g\,\ddot{C}$ von $107^0\,25'$ hat. Nun zeigt aber der Dolomitspath $= \dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\ddot{C}$ einen Endkantenwinkel von $106^0\,15' = \frac{1}{2}\,(105^0\,5' + 107^0\,25')$, der also genau in der Mitte von beiden liegt. Darnach scheint es, daß beide gemäß ihrer Atomzahl in der Mitte zusammentreffen.

Sind mir daher die Winkel w und w′ zweier Stoffe bekannt, und weiß ich, welchen Winkel w″ das Doppelsalz macht, so kann ich daraus den Atomischen Gehalt berechnen. Denn es ist

$$x\,w + y\,w' = w''; \quad x + y = 1 \text{ oder } y = 1 - x, \text{ folglich}$$

$$x\,w + (1-x)\,w' = w'', \quad x = \frac{w'' - w'}{w - w'} = \frac{w' - w''}{w' - w}.$$

Beispiel. Beim Dolomitspath habe ich $w'' = 106 \cdot 5$ gefunden, und weiß aus qualitativer Analyse, daß nur $\dot{C}a\,\ddot{C} = w = 105 \cdot 5$ und $\dot{M}g\,\ddot{C} = w' = 107 \cdot 25$ darin ist, folglich ist

$$x = \frac{w' - w''}{w' - w} = \frac{107 \cdot 25 - 106 \cdot 5}{107 \cdot 25 - 105 \cdot 5} = \frac{1 \cdot 10}{2 \cdot 20} = \frac{1}{2},$$

folglich $\frac{1}{2}\,\dot{C}a\,\ddot{C} + \frac{1}{2}\,\dot{M}g\,\ddot{C}$ vorhanden.

Wäre $w'' = 106 \cdot 29$ gefunden, so gäbe

$$x = \frac{107 \cdot 25 - 106 \cdot 29}{107 \cdot 25 - 105 \cdot 5} = \frac{56'}{140'} = \frac{2}{5}\,\dot{C}a\,\ddot{C},$$

folglich muß $\frac{2}{5}\,\dot{M}g\,\ddot{C}$ dabei sein.

Der reine Spatheisenstein hat $107^0\,6 = w$, der Manganspath $106 \cdot 51 = w'$. Es zeigte aber der Spatheisenstein von Ehrenfriedersdorf $107^0 = w''$, und hatte außer $\dot{M}g\,\ddot{C}$ keinen andern Bestandtheil, folglich ist

$$x = \frac{w'' - w'}{w - w'} = \frac{107 \quad - 106 \cdot 51}{107\,.\,6 - 106 \cdot 51} = \frac{9}{15} = \frac{3}{5}\,\dot{F}e\,\ddot{C},$$

und es bleibt $\frac{2}{5}\,\dot{M}g\,\ddot{C}$.

Man könnte hiernach sogar voraussagen, unter welchem Winkel eine bis jetzt noch nicht selbstständig krystallisirte Gestalt krystallisiren müßte. So soll Johnston's Plumbocalcit aus den alten Grubenhalden von

Wanlockhead in Dumfriesshire zwar einem blättrigen Kalkspath durchaus gleichen, aber neben 92,2 $\dot{Ca}\ddot{C}$ noch 7,8 $\dot{Pb}\ddot{C}$ enthalten, von der Formel 31 $\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Pb}\ddot{C}$. Nun fand Brewster, trotz des geringen Bleigehaltes, einen Endkantenwinkel von $104^0\,53'\,30'$, wäre dieß richtig, so müßte

$$\frac{31 \cdot 105 \cdot 5 + x}{32} = 104^0\,53\tfrac{1}{2}',\ x = 98^0\,57'$$

sein. Das $\dot{Pb}\ddot{C}$, würde es dereinst rhomboedrisch gefunden, müßte also etwa 99^0 in den Endkanten haben.

Der kohlensaure Kalk ist dimorph: rhomboedrisch als Kalkspath, und zweigliedrig mit besonderer Neigung zu Zwillingsbildungen als Arragonit, und diesen beiden Typen folgt eine ganze Reihe Salze, deren Hauptglieder folgende sind.

Rhomboedrisch.	Zweigliedrig.
1. $\dot{Ca}\ddot{C}$ 105 • 5 Kalkspath;	$\dot{Ca}\ddot{C}$ $116^0\,16'$ Arragonit.
2. $\dot{Mg}\ddot{C}$ 107 • 25 Bitterspath;	$\dot{Pb}\ddot{C}$ $117^0\,14'$ Weißbleierz.
3. $\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Mg}\ddot{C}$ Dolomitspath;	$\dot{Ba}\ddot{C}$ $118^0\,30'$ Witherit.
4. $\dot{Fe}\ddot{C}$ $107^0\,6'$ Spatheisen;	$\dot{Sr}\ddot{C}$ $117^0\,19'$ Strontianit.
5. $\dot{Mn}\ddot{C}$ $106^0\,51'$ Manganspath;	
6. $\dot{Zn}\ddot{C}$ $107^0\,40'$ Zinkspath;	

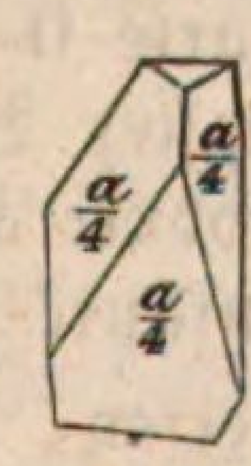
2. Bitterspath Hausm.

Die reine $\dot{Mg}\ddot{C}$ ohne Kalk, aber mit $\dot{Fe}\ddot{C}$, von Werner unter dem Rautenspath mit inbegriffen; wegen des stumpfen Winkels nannte es Mohs Brachytypes Kalkhaloid, Haidinger Breunnerit Pogg. Ann. 11. 167, Stromeyer Magnesitspath. Ohne chemische Analyse und genaue Lokalkenntniß ist ein sicheres Erkennen nicht mehr möglich, und wir halten sie blos der Theorie wegen scharf auseinander.

Nimmt man den Endkantenwinkel zu $107^0\,25'$, so ist

$$a = 1{,}233 = \sqrt{1{,}521},\ \lg a = 0{,}09107.$$

Er wächst nur in glatten Rhomboedern mit deutlich blättrigem Bruch, zu Hall meist das 2te schärfere Rhomboeder $\frac{a}{4} : \frac{a}{4}$ mit Gradendfläche. Härte = 4, Gew. 2,9, Glanz stärker als bei Kalkspath, die aus dem Alpinischen Talkgebirge sind stark gelb gefärbt durch Eisenoxydhydrat.

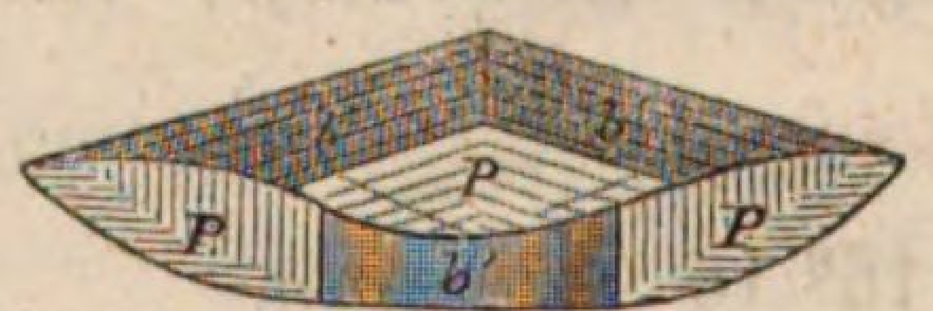


Hauptsächlich zwei Vorkommen zu unterscheiden: der am leichtesten erkennbare findet sich im Steinsalzgebirge von Hall in Tyrol in Anhydrit eingesprengt: kleine schwarze scharfe Rhomboeder mit Gradendfläche, aber auch in großen späthigen Massen, die durch ihre Schwärze dem Anthrakonit gleichen, aber mit Säuren nicht brausen, und durch ihre Gradendfläche sich verrathen. Stromeyer fand darin 89,7 $\dot{Mg}\ddot{C}$, 8 $\dot{Fe}\ddot{C}$, 2,4 $\dot{Mn}\ddot{C}$, 0,11 Kohle. Schwerer zu unterscheiden sind die aus dem Alpinischen Hochgebirge, eingesprengt in Talk- und Chloritschiefer, es sind die um und um gebildeten einfachen Hauptrhomboeder, gewöhnlich von weingelber

Farbe, durch das oxydirte Eisen, welches bei den Fassathälern auf 17 $\dot{Fe}\,\ddot{C}$ steigt. Die $\dot{Mg}\,\ddot{C}$ fällt dann zwar auf 83 pC., allein der Kalk soll gänzlich fehlen, während die ganz gleich vorkommenden Dolomitspathe wieder bedeutende Mengen davon haben. Breithaupt (Pogg. Ann. 80. 313) bestimmte einen aus dem Serpentin vom Hofe Lofthuus bei Snarum von $107^0 \cdot 28'$, der nur 0,78 $\dot{Fe}$ neben 47,3 $\dot{Mg}$ enthielt.

In kochender Salzsäure lösen sie sich leicht, und wenn man die Lösung mit Ammoniak neutralisirt, so gibt Oxalsäure keinen Niederschlag, wegen Mangel an Kalkerde. Das schwankende des Eisengehaltes fällt sehr auf und führt uns unmittelbar zum

Mesitinspath Breith., welcher in Drusenräumen mit Bergkrystall und weißem Dolomitspath zu Traversella in Piemont bricht. Es sind linsenförmige Krystalle, indem zum Blätterbruch P noch das nächste stumpfere Rhomboeder mit starker Diagonalstreifung kommt. Die gelblich braune Farbe



nähert ihn schon dem Spatheisenstein. Das höhere Gewicht 3,4 rührt von Eisen. Stromeyer gab darin $\dot{Mg}\,\ddot{C} + \dot{Fe}\,\ddot{C}$ an, was 56 $\dot{Fe}\,\ddot{C}$ geben würde, Fritzsche fand nur 48 $\dot{Fe}\,\ddot{C}$, was die Formel $2\,\dot{Mg}\,\ddot{C} + \dot{Fe}\,\ddot{C}$ gäbe, immer aber bleibt er der Vermittler zwischen Bitterspath und Spatheisenstein (μεσίτης). Dagegen fand sich zu Thunberg bei Flachau im Salzburgischen ein stark gebräuntes Fossil mit $107^0\,18'$ in den Endkanten, was nun $\dot{Mg}\,\ddot{C} + \dot{Fe}\,\ddot{C}$ sein soll, nnd daher von Breithaupt Carbonites Pistomesites (Pogg. Ann. 70. 846) (πιστός gewiß) genannt wird. Es sind dieß alles Eisenbitterspäthe, die geglüht dem Magnete folgsam werden, aber stark verknistern. Die Salpetersäure-Lösung gibt mit Ammoniak einen starken Niederschlag von $\dot{Fe}$, Oxalsäure keinen wegen des Mangels an Kalk, dagegen Phosphorsaures Natron beim Zusatz von Ammoniak einen weißen krystallinischen Niederschlag von basisch-phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde (Struvit).

Magnesit hat man die dichte $\dot{Mg}\,\ddot{C}$ genannt, mager, nicht selten von schneeweißer Farbe, erdig oder homogen wie Kalkstein, Gew. 2,8—3, Härte 0—5. Ohne Zweifel steht er mit Meerschaum und Serpentin in engster Beziehung, wenigstens scheint er durchgängig ein Verwitterungsprodukt aus Silikaten zu sein. Daher enthalten sie meistens neben Kohlensäure auch noch Kieselerde: man darf die opaken Stücke nur in Säuren werfen, so werden dieselben unter Entwickelung von $\ddot{C}$ gallertartig durchsichtig, indem die Kieselerde (in Verbindung mit etwas Talkerde) zurückbleibt. Hier hat sich die $\ddot{C}$ noch nicht der ganzen Base bemächtigt. Doch findet man an demselben Fundorte Stücke, die in heißer Säure plötzlich auseinanderfahren und sich endlich vollkommen lösen, in solchen von Baumgarten in Schlesien fand Stromeyer 50,2 $\ddot{C}$, 47,3 $\dot{Mg}$, 1,4 $\dot{H}$. Da nun auch der Serpentin und Meerschaum Kohlensäure aufnimmt, so ist ein vollkommener Uebergang unläugbar, zumal da das Serpentingebirge von Schlesien (Baumgarten), Mähren (Hrubschitz), Steiermark (Kraubat) 2c. das Muttergestein bildet. Die Mährischen gleichen theils einem dichten Kalkstein von gelblicher Farbe, aber brausen nicht in kalter Säure.

Der Kieselmagnesit aus dem Serpentin von Baldissero und Castellamento in Piemont soll 12 $\dot{H}$, 14,2 $\dddot{S}i$, 26,3 $\dot{M}g$ und 46 $\ddot{C}$ haben. In schneeweißen ausgezeichneten Knollen findet man ihn in den Spalten des Basaltes von Sasbach am Kaiserstuhl.

3. Dolomitspath.

$\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{M}g\,\ddot{C}$ ist seine ideale Formel, bildet also eine Mitte zwischen Kalk- und Bitterspath, Hausmann nennt ihn daher nicht unpassend Bitterkalk. Ursprünglich wurde der Name zu Ehren Dolomieu's in Saussures Alpenreise für Gesteine gebraucht, allein da sich in deren Drusenhöhlen unsere Krystalle finden, so ist eine Uebertragung des Namens nothwendig geworden. Uebrigens mischt sich die Bittererde mit der Kalkerde in so mannigfachen Graden, daß auch hier eine scharfe Trennung unmöglich scheint.

Rhomboederwinkel 106° 15′, also genau die Mitte zwischen Kalk- und Bitterspath, daher

$$a = 1{,}2016 = \sqrt{1{,}444},\ \lg a = 0{,}07975.$$

Die einfachen Rhomboeder kommen eingesprengt im Chloritschiefer der Alpen vor, und sind dann schwer von den gleich gelagerten Bitterspathen zu unterscheiden, nur pflegen sie wegen geringeren Eisengehalts ungefärbter zu sein. Werner vermischte alle unter dem Namen Rautenspath, auch Bitterspath wird für sie gebraucht. Leichter zu unterscheiden sind dagegen die Exemplare von Drusenräumen, wie die prachtvollen einfachen und Zwillingskrystalle von Traversella in Piemont. Das Hauptrhomboeder hat sehr glänzende Flächen, was beim Kalkspath nicht leicht vorkommt, dazu gesellt sich an den Kanten die 2te Säule und der gewöhnliche Dreikantner $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$. Dufrénoy will auch das nächste stumpfere Rhomboeder $2a' : 2a' : \infty a$ 135° 37′ und das nächste schärfere $\frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a$ 77° 22′ gemessen haben, was genau mit dem Hauptrhomboederwinkel stimmen würde. Auch manche andere Fläche wird noch angegeben, so daß der Dolomitspath auch in dieser Beziehung dem Kalkspath näher steht, als irgend ein anderes Fossil. Doch ist er etwas härter 3—4, und wiegt etwas mehr, Gew. 2,85—2,9.

In kalter Salzsäure entwickeln größere Stücke nur wenige Blasen, das unterscheidet ihn leicht vom Kalkspath, während die ammoniakalisch gemachte Lösung sowohl mit Oxalsäure (Kalk), als mit phosphorsaurem Natron (Magnesia) einen Niederschlag gibt. Auch fehlt es gewöhnlich nicht an etwas $\dot{F}e$ und $\dot{M}n$. Je nach dem Vorkommen hat man viele Varietäten zu machen.

Die glattflächigen Rhomboeder kommen eingesprengt in dem Talk- und Chloritschiefer des Alpinischen Hochgebirges, oder auf Gangklüften mit Bergkrystall in Tyrol, der Schweiz, Piemont ꝛc. vor. Zu Traversella brechen sie mit Mesitinspath. Besonders wichtig sind die kleinen Krystalle in Drusenräumen der Dolomitfelsen. Lokalnamen wie Tharandit von Tharand in Sachsen, und der ältere Miemit von Miemo in Toskana erregen kein Interesse.

Dolomitfelsen, zuerst in der Schweiz von Dolomieu (Journ. phys. 1791) ausgezeichnet. Er verstand darunter jene weißen Gebirgsarten von feinem sandartigem Korn, das gleich dem Cipollino pag. 334 von Streifen grünen Talkes durchzogen wird. Die Körner hängen nur wenig zusammen, und das Gestein biegt sich daher in dünnen Platten. Vieler sogenannter Urkalk ist mehr oder weniger dolomitisch. Besonderes Interesse bekam der Dolomit des Flözgebirges durch die klassische Arbeit L. v. Buch's (Abh. Berliner Akad. 1824), diese Felsen pflegen mehr gelblich durch Eisenocker (Fassathal), oder grau und dunkelfarbig durch Bitumen (Muggendorf) zu sein. Sie haben ebenfalls ein feines Zuckerkorn, und sind von Drusenräumen durchzogen, in welchen kleine aber sehr deutliche Rhomboeder liegen. Wegen ihres magern Anfühlens hat sie der Bergmann Rauhkalk genannt, und in England heißen sie nach ihrem Gehalt Magnesia-Limestone. Sie sind häufig von Höhlen durchzogen, denn viele werden durch Verwitterung so mürbe, daß man sie mit dem Finger zerdrücken kann. Dadurch entsteht dann Dolomitsand. Kein Gestein ist zu kühnen Felsenbildungen geneigter, als dieses: im Fassathal finden sich 2000′ hohe Steinwände. Historisch berühmt ist der Dolomitpaß von Pancorbo nordöstlich Burgos, der aus dem Ebro- in das Duerogebiet führt, und im kleinen aber kühnen Maßstabe finden wir es in der fränkischen Schweiz (Wiesenthal).

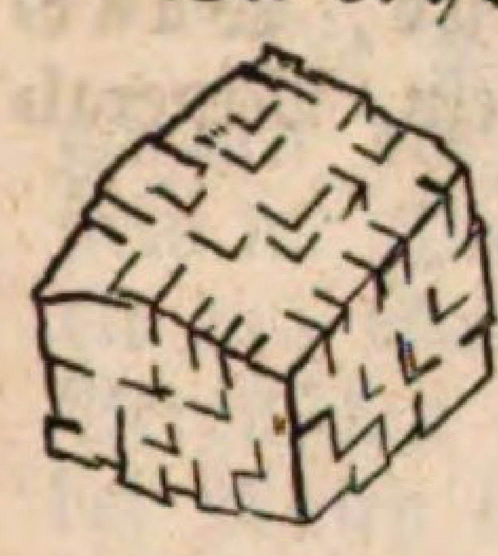
Dichter Dolomit vom Aussehen des Kalksteins theils mit ebenem, theils mit splittrigem Bruch, aber braust nicht stark mit Säure und ist schwerer als Kalk. Zu Aggsbach ohnweit Gurhof (Land unter der Ems) und Hrubschitz kommt er im Serpentingebirge vor (Gurhofian 30 $\dot{C}a$, 22 $\dot{M}g$, 16 $\ddot{C}$). Die dichten Steinmergel des Keuper mit fein splittrigem Bruch enthalten 41 $\dot{C}a\ddot{C}$, 25 $\dot{M}g\ddot{C}$ und Quarzsand, ja die Bittererde scheint so verbreitet, daß man ähnliche Gesteinsreihen, wie beim Kalkstein, aufstellen könnte. Noch in den jüngsten Kalkbildungen, den tertiären Süßwasserkalken, fehlt die Bittererde nicht: bei Dächingen (Oberamt Ehingen) auf der Alp findet sich ein zerreibliches Gestein, aus welchem eine schneeweiße Kreide abgeschlämmt wird, die nach Dr. Leube (Leonhard's Jahrb. 1840. pag. 373) 45 $\dot{M}g\ddot{C}$ auf 54 $\dot{C}a\ddot{C}$ enthält, also ein normaler Dolomit ist. Man merkt dieß auch schon mit Säure, da sie nicht so stark als Kreide braust. Es kommen in dem Zechstein auch oolithische Bitterkalke vor und was dergleichen mehr.

Der Bittererdegehalt der Kalksteine wechselt außerordentlich, und man kann das durch chemische Formeln nicht festhalten. Die meiste dieser Bittererde hat das Gebirge wohl gleich aus dem Urmeer bekommen, welche die Niederschläge erzeugten. Andere Male gewinnt die Sache jedoch den Anschein, als wäre Bittererde dem Gebirge erst durch irgend eine Weise zugeführt: ältere Hypothesen sagten, aus dem Innern der Erde, wo das Centralfeuer wahrscheinlich so heiß sei, daß mit Hilfe glühender Wasserdämpfe die Bittererde verflüchtigt werden könnte, was direkten chemischen Versuchen gerade nicht widerspricht, denn Durocher (Compt. rend. 33. 64) konnte Chlormagnesium in glühendem Flintenlauf verflüchtigen und aus Kalkstein eine Art Dolomit erzeugen. Dagegen hat neuerlich Morlot (Haidinger, Naturwiss. Abhandl. Wien 1847) geltend

gemacht, daß wenn man unter einem Druck von 15 Atmosphären Bittersalzhaltiges Wasser ($\dot{Mg}\,\ddot{S}$) über Kalkspath gieße, so bilde sich Gyps ($\dot{Ca}\,\ddot{S}$), also auch $\dot{Mg}\,\ddot{C}$, die dann mit $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ zusammen krystallisiren könnte. Das Experiment ist sehr auffallend, da bei gewöhnlichem Luftdruck der Prozeß bekanntlich umgekehrt ist: der Dolomit wird durch Gypswasser zersetzt, es bildet sich $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ und Bitterwasser geht fort, weil Bittersalz löslicher als Gyps ist.

Braunspath Werner, eines der merkwürdigsten Minerale der Erzgänge, ein Bitterkalk, der wegen eines bedeutenden Gehaltes an Eisen und Mangan den Uebergang zum Spatheisenstein bildet, daher durch Verwittern auch leicht braun und schwarz wird, was der Name andeutet.

Die Rhomboeder gewöhnlich sattelförmig gekrümmt, weil sie trotz



ihrer geringen Größe aus lauter kleinen ungefähr parallel nebeneinander gelagerten Individuen bestehen. Sie sind daher selten meßbar. Wenn andere Formen vorkommen, so krümmen sich auch diese zu Nieren- und Garbenförmigen Gestalten. Der Glanz ist häufig stark perlmutterartig (Perlspath). Härte und Gewicht weicht nicht wesentlich vom vorigen ab, nur was der größere Erzgehalt mit sich bringt.



Auf Erzgängen überkrusten sie alles, was ihnen im Wege liegt, besonders Kalkspath, Quarz und Flußspath, aber mit so dünner Rinde, daß die Krystallform darunter noch kenntlich bleibt. Besonders interessant sind in dieser Beziehung die Kalkspäthe: die kleinen Braunspathrhomboeder reihen sich immer so, daß der Spiegel des blättrigen Bruchs mit denen des Kalkspathes fast zusammenfällt. So kamen sie außerordentlich schön auf der Silbergrube Wenzel im Schwarzwalde vor. Häufig widersteht nun der Braunspath den Zersetzungsprozessen mehr als die Unterlage, so entstehen dann Krystallhöhlen, die zu den sogenannten „Verdrängungs-Pseudomorphosen" den Anlaß geben, aber kein sonderliches Interesse weiter bieten. Auffallend sind außerdem die verschiedenen Niederschläge auf einer Stufe: man kann nicht selten dreierlei bestimmt von einander gesonderte Varietäten erkennen, dazu nimmt denn wohl noch der Kalkspath etwas im Ansehen von ihnen an, so daß eine ganze Gangformation im Kleinen uns vor Augen gelegt ist. Diese Bildung mit so schlagenden Kennzeichen zeigt sich auch in Drusenräumen des Flötzgebirges, besonders in Kammern von Ammoniten, die nur auf nassem Wege erzeugt sein können, was ein bedeutendes Licht auf die Entstehung der Erzgänge wirft.

Vor dem Löthrohr brennen sie sich schwarz, auch die weißen thun dieß, obgleich im mindern Grade. Es gehört aber ein nicht gewöhnlicher Eisengehalt dazu, wenn die gebrannten Stücke dem Magnete folgsam werden sollen. Man gibt ihm die Formel ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$) $\ddot{C}$. In kalter Salzsäure braust er nicht, neutralisirt man die Lösung mit Ammoniak, so fällt Schwefelammonium das Eisen und Mangan als $\acute{Fe}$ und $\acute{Mn}$. Der Eisen- und Mangangehalt ist sehr verschieden, denn manche

werden durch Verwitterung ganz schwarz, wie Spatheisenstein. Von festen Gränzen kann hier nicht die Rede sein. Einige Namen:

Sattelförmige Krystalle unter allen die verbreitetsten und gewöhnlichsten.

Fasriger und stänglicher Braunspath hat gern nieren- und traubenförmige Oberfläche. Zu Kapnik und Schemnitz kommen eigenthümliche Faserbildungen vor.

Blättriger Braunspath, in derben blättrigen etwas krummflächigen Stücken, die zwar Kalkspath auffallend gleichen, aber viel schwächer brausen. Hier gehören besonders die rothen von Freiberg hin. Haidingers Ankerit, auf den Lagern des Spatheisensteins von Steiermark (Eisenerz) hat schon 35,3 $\dot{Fe}\ddot{C}$, 3 $\dot{Mn}\ddot{C}$, 11,8 $\dot{Mg}\ddot{C}$, 50 $\dot{Ca}\ddot{C}$. Der dortige Bergmann nennt den oft kaum gefärbten Spath Rohwand, Wandstein. Hier kann nur von lokalen Unterschieden die Rede sein, Mineralspecies darf man aus diesen Dingen wohl nicht machen.

4. Spatheisenstein Wr.

Eisenspath, Siderit (*σίδηρος* Eisen), Sphärosiderit.

Das Rhomboeder nach Wollaston 107° 6′, also

$$a = 1{,}2246 = \sqrt{1{,}5},\ \lg a = 0{,}08800.$$

Selten etwas anderes als das Hauptrhomboeder $c : a : a : \infty a$ und das nächste stumpfere $c : 2a' : 2a' : \infty a$, und auch diese gern krummflächig. Die reguläre sechsseitige Säule mit Gradendfläche, der Dreikantner $c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ sind selten, Levy beschreibt von Cornwallis sogar ein scharfes Rhomboeder $e^{\frac{3}{2}} = c : \frac{a'}{5} : \frac{a'}{5} : \infty a$, Breithaupt an Lobensteinern ein Diheraeder $c : \frac{3}{4}a : \frac{3}{8}a : \frac{3}{4}a$. Das unveränderte Erz sieht zwar sehr lichtfarbig aus, allein durch die leichteste Verwitterung tritt gleich ein opakes Gelb und Braun ein, das sich bis ins Braunschwarze steigert, was in der Erkennung sehr leitet. Der Glanz und Härte 4 nicht bedeutender als bei den bittererdehaltigen Rhomboedern, dagegen deutet das höhere Gewicht 3,8 auf eine schwerere Basis.

Vor dem Löthrohr brennen sie sich daher nicht blos schwarz, sondern folgen auch bald dem Magnete, und fast alle zeigen eine starke Reaktion auf Mangan, das sich in den seltenen Vorkommen von den Zinnsteingängen von Ehrenfriedersdorf im Erzgebirge auf 25,3 $\dot{Mn}$ steigert, was etwa zur Formel 3 $\dot{Fe}\ddot{C}$ + 2 $\dot{Mn}\ddot{C}$ führt. Im Durchschnitt haben sie aber viel weniger wie z. B. das berühmte Erz von Stahlberg bei Müsen im Siegenschen. Man gibt denen vom mittlern Gehalt die Formel 4 $\dot{Fe}\ddot{C}$ + $\dot{Mn}\ddot{C}$, während der Sphärosiderit von Steinheim bei Hanau nur 1,9 $\dot{Mn}$ hat, also fast reines $\dot{Fe}\ddot{C}$ ist. Außer Mangan kommt auch $\dot{Ca}$ und $\dot{Mg}$ vor. Die schönen Krystalle von Neudorf auf dem Unterharze haben 7,6 $\dot{Mg}\ddot{C}$ und 5,4 $\dot{Ca}\ddot{C}$. Rolle spielt die Talkerde in den Spatheisensteinen des Hochgebirges, die von Allevard Dep. Isère haben 15,4 $\dot{Mg}$, diese führen dann zum Mesitinspath pag. 340. Kalkerde wird meist in geringern Portionen angegeben. Wenn man nun bedenkt, wie

oft Analysen, selbst bewährter Chemiker, zu auffallend andern Resultaten führen, so kann von einer sichern Feststellung nicht die Rede sein.

Das Hauptgewicht beruht auf dem Mangangehalt, und da sich das Mineral in kochender Salzsäure leicht löst, so darf man die Lösung nur schwach ammoniakalisch machen, so fällt Schwefelammonium, Schwefeleisen und Schwefelmangan. Das frische Erz sieht immer lichtfarbig aus, allein durch Verwitterung und besonders durch den Einfluß von Regen und Sonnenschein wird es bald braun, und zuletzt bei bedeutendem Mangangehalt ganz schwarz: es werden Afterkrystalle von Manganhaltigem Brauneisenstein. Die Arbeiter nennen es in diesem Zustande reif, und die mächtigsten Gänge sind auf solche Weise zersetzt worden. Bei Gängen, wo die Erze noch nicht reif sind, schüttet man dieselben auf Haufen und läßt sie Jahrelang verwittern.

Die Späthige Abänderung kommt in sparsamer Menge auf Erzgängen vor, wie die schönen Krystalle von Neudorf, Stolberg, Lobenstein &c. Dieselben haben jedoch gewöhnlich eine späthigkörnige Erzmutter, die den Gang in größern Massen erfüllt, und die dann zu mächtigen Bergstöcken anschwellen kann, wie das weiße unreife Erz vom Stahlberge bei Müsen im Grauwackengebirge und das reife Erz vom Knappenberge bei Hüttenberg in Kärnthen. Der Erzberg bei Eisenerz in Steiermark, 2,600′ sich über die Thalsohle erhebend, besteht fast ganz aus diesem wichtigen Erz, daher rühmt schon Plinius das Norische Eisen, und noch heute genießt Steiermark in der Eisenhüttenkunde eines hohen Rufes. Da es in Deutschland kein besseres Eisenerz gibt, so wird es allgemein als Stahlerz ausgezeichnet. Bei mächtigen Stöcken wird das Korn oft fein, wie Marmor.

Sphärosiderit hat Hausmann die schwarzen feinkörnigen Massen von Steinheim bei Hanau genannt, Blasenräume im Basalte erfüllend. Darin bilden sich strahlig fasrige und krummblättrige Parthieen mit halbkugeliger Oberfläche aus, die zu dem Namen veranlaßten.

Thoneisenstein (thoniger Sphärosiderit) heißt die dichte homogene durch Thon verunreinigte Masse, welche plattig und in Geoden in die Schieferthone der verschiedensten Formationen eingelagert ist. Unverwitterte gleichen einem fahlgrauen Steinmergel, durch Verwitterung werden sie aber braun und roth.

Schon das höhere Gewicht, was meist über 3fach hinausgeht, läßt ihren Werth vermuthen. Die Geoden pflegen reicher zu sein, als die zusammenhängenden Platten. Im Durchschnitt geben sie 33 p. C. Eisen, das nur zur Stahlbereitung nicht brauchbar ist. Diesem unscheinbaren Stein verdankt England in Verbindung mit dem reichen Brennmaterial einen wesentlichen Theil seines industriellen Uebergewichts. Der Thoneisenstein kommt in dem Kohlengebirge von Südwallis, Dudley und Glasgow gerade nicht im Uebermaß, aber doch in genügender Menge vor, so daß England mehr Eisen erzeugen kann als die ganze übrige Welt. 1853 gewann es in 400 Hochöfen 50 Millionen Centner Roheisen im Werth von 8 Millionen Pfund Sterling. In Schottland allein wurden 1852 in 143 Oefen über 15 Mill. Centner producirt, der Centner kostete 1851 ungefähr ⅔ Thlr. oder 1 fl. 11 kr. In Deutschland ist besonders

Lebach und Börschweiler im Saarbrück'schen mit Thoneisenstein versehen. Auch die Thonschichten der Jura- und Kreideformation enthalten manche Lager und Geoden. Mit Säure brausen die Gesteine noch, lassen aber einen bedeutenden Rückstand an Thon, und da andere wieder mit Kalk sich in den verschiedensten Verhältnissen mischen, so ist ein vielseitiger Anschluß an andere Gebirgsarten gegeben.

5. Manganspath.

$\dot{M}n\ddot{C}$, nicht zu verwechseln mit Mangankiesel pag. 215, nach seiner rosenrothen Farbe Rhodochrosit, Rosenspath, Rother Braunstein genannt.

Der Endkantenwinkel des Rhomboeder nach Phillips 106° 51', nach Levy 107° 20'. Nach ersterm

$$a = 1{,}204 = \sqrt{1{,}483},\ lga = 0{,}08057.$$

Das nächste stumpfere Rhomboeder $c : 2a' : 2a' : \infty a$ nicht selten, auch ein Dreikantner $c : a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a$ wird angeführt.

Je rosenrother die Farbe, desto reiner mögen sie sein, doch kommen auch rosenrothe Kalkspathe vor, die aber stark brausen. Härte 4, Gew. 3,5.

Findet sich nicht häufig, am schönsten auf den Goldgängen von Kapnik und Nagyag in der nördlichen Gebirgsgränze von Siebenbürgen, sie können hier 90 $\dot{M}n\ddot{C}$ enthalten, die Freiberger erreichen nicht so viel. Nicht blos die Farbe, sondern auch die sattelförmigen Krystalle spielen in den Braunspath über, wozu an letzterm Orte die Beimischungen an $\dot{F}e$, $\dot{C}a$ und $\dot{M}g$ beitragen. Auffallender Weise wird in den Ungarischen gar kein $\dot{F}e$ angegeben, wohl aber an 10 $\dot{C}a\ddot{C}$, daher pflegt man sie auch $(\dot{M}n, \dot{C}a)\ddot{C}$ zu schreiben, während die Freiberger mehr stark Manganhaltige Braunspäthe sein dürften. Wie diese zeigen sie dann auch Neigung, nierenförmig sich auszubilden. Solche Sachen sondern sich schalig ab, auch mischen sie sich, wie z. B. am Büchenberge bei Elbingerode, mit Kieselsaurem Manganoxydul, welchen Werner ursprünglich Manganspath nannte.

6. Galmei.

Calamine, Gialla mina gelbes Erz. Zinkspath, $\dot{Z}n\ddot{C}$. Man darf ihn nicht mit dem Kieselzinkerz pag. 309 verwechseln, das Werner auch zum Galmei rechnete.

Das Rhomboeder nach Wollaston 107° 40' in den Endkanten, daher $a = 1{,}24 = \sqrt{1{,}538}$, $lga = 0{,}09348$.

Schwer meßbar, weil der blättrige Bruch selten große Ausdehnung hat, auch sind die Krystalle gewöhnlich rauhflächig. Es kommen schärfere und stumpfere Rhomboeder vor nebst der 2ten Säule, welche die Seitenkanten des Rhomboeder abstumpft. Diese Krystalle sammeln sich in kleinen Drusenräumen der Zinkhaltigen Gebirgsmasse. Der Glanz ist stark, Härte 5 und Gewicht 4,45, so daß die Hauptkennzeichen das Maximum der ganzen rhomboedrischen Gruppe erreichen. Farbe nicht lebhaft.

Vor dem Löthrohr schmilzt es nicht, der Zinkgehalt läßt sich aber sogleich an dem schönen grünlichen Lichte erkennen, und die Kohle zeigt einen Zinkbeschlag, der kalt wie weißgraue Asche aussieht, warm aber

gelblich ist, und beim Daraufblasen leuchtet. Schon in kalter Salzsäure werfen sie viele Blasen, wodurch sie sich von Kieselzinkerz leicht unterscheiden. Die reinen Abänderungen haben 65 $\dot{Zn}$ und 35 $\ddot{C}$. Allein es kommt öfter etwas $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$ und $\dot{Pb}$, da Bleiglanz die Erze gern begleitet. Selten ein kleiner Gehalt an Cadmiumgehalt.

Die Krystalle bilden kleine glänzende Drusenräume im Galmeigestein. Am charakteristischsten jedoch ist die traubige Varietät von weißlicher und grünlicher Farbe, welche das Gestein zellig macht. Durch die traubige Oberfläche scheint der Blätterbruch durch und da der Querbruch feine Fasern zeigt, so mag auch hier, wie beim strahligen Kalkspath, die Faser der Säulenrichtung entsprechen. Die edlen krystallinischen und traubigen Ausscheidungen werden vom feinkörnigen und dichten Galmeigestein umhüllt. Dasselbe hat häufig ein dolomitisches, aber stärker glänzendes Aussehen, ist nicht selten durch Eisenocker braun und roth gefärbt, kann aber stellenweis schneeweiß wie Magnesit werden (Kärnthen, Tyrol). Dieses dichte durch Beschreibung wegen seiner vielen Modificationen kaum festzustellende Gestein liefert in Verbindung mit Kieselzink das wichtigste Zinkerz. Das berühmteste bricht im Muschelkalkgebirge von Tarnowitz in Oberschlesien, der daher das meiste Zink in Europa liefert: der Galmei bildet ein 40′ bis 55′ mächtiges Lager zwischen Sohlen- und Dachgestein, letzteres ist dolomitisch. Preußen gewinnt hier allein gegen 3½ Millionen Centner Schmelzerz, im Werthe von 8 Silbergroschen den Centner, die im Durchschnitt 18—19 p. C. Rohzink geben. Bei guten Zinkpreisen (pro Centner 6 Thlr.) können noch Erze von 6 p. C. Gehalt mit Vortheil verschmolzen werden, während der beste Stückgalmei 40 p. C. gibt. Im Uebergangsgebirge von Aachen (der Altenberg) bildet das Erz eine große Linse, vereinzelte Lager kommen noch längs der Maas tief nach Belgien hinein vor. Zu Wiesloch in Baden erscheint er als Umwandlungsprodukt des Muschelkalkes, wie namentlich die in Galmei verwandelten Muscheln beweisen. In England sind besonders die Mendip-Hill's südlich Bristol berühmt, anderer Punkte wie Raibl und Bleiberg in Kärnthen ꝛc. nicht zu erwähnen. Die Alten sollen es unter cadmia (*καδμία*) verstanden haben. Früher benutzte man das eisenfreie geröstete Erz gleich zur Messingfabrikation, gegenwärtig stellt man aus dem gerösteten Erz erst das regulinische Zink dar. Durch die Röstung wird $\ddot{C}$ und Wasser ausgetrieben, das Gestein mürbe gemacht, setzt man nun Kohle zu, so reducirt dieselbe das $\dot{Zn}$. Da aber Zink in der Hitze flüchtig ist, und sich leicht an der Luft wieder oxydirt (lana philosophica bildet), so muß die Destillation in verschlossenen Gefäßen vor sich gehen. Die ersten Portionen setzen ein braunes Oxyd ab (braun durch den größern Cadmiumgehalt), weil das Cadmium flüchtiger als Zink ist. In Schlesien werden diese besonders auf Cadmium gewonnen.



Zinkblüthe $\dot{Zn}^3 \ddot{C} + 3 \dot{H}$ mit 71 $\dot{Zn}$, 13 $\ddot{C}$, 16 $\dot{H}$ scheint ein Zersetzungsprodukt, das schneeweiße Kügelchen auf dem Gestein bildet. Die von Orawitza im Banate haben einen seidenglänzenden Faserbruch,

und bilden stellenweis kleine Strahlen und Fasern, welche an Pharmacolith erinnern.

Kapnit nannte Breithaupt einen Eisenzinkspath $(\dot{Z}n, \dot{F}e)\ddot{C}$, der am Altenberge bei Aachen vorkommt, oft mit Brauneisen überzogen ist, und 107° 7′ in den Endkanten haben soll.

Vergleiche hier am Ende auch Herrerit, Aurichalcit 35,8 Zn.

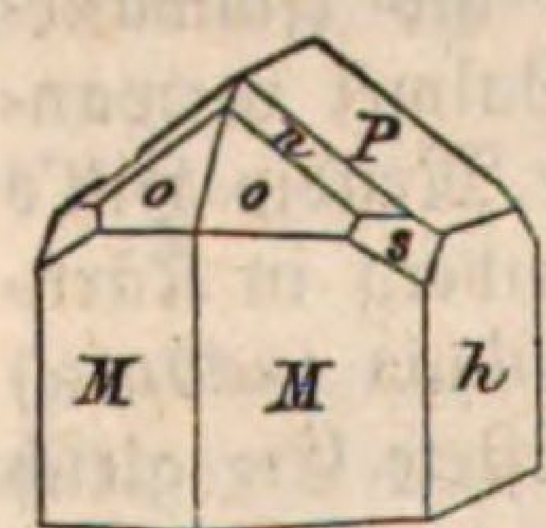
Merkwürdiger Weise enthalten auch mehrere Pflanzen der Galmeigebirge Zink (Pogg. Ann. 92. 175): das Galmeiveilchen (Viola calaminaria) bei Aachen ist constant an den Galmeiboden geknüpft, „daß selbst bergmännische Versuche auf die bloße Anzeige dieses Veilchens mit Erfolg unternommen worden sind."

7. Arragonit.

Werner nannte ihn Arragon, weil die ersten Krystalle aus dem Gypse und den rothen Mergeln von Arragonien am Südabhange der Pyrenäen kamen, die bereits Romé de l'Isle 1772 unter dem Kalkspath aufführt. Klaproth wies darin 1788 den $\dot{C}a\ddot{C}$ nach, zwar fand Stromeyer 1813 noch einen kleinen Gehalt an $\dot{S}r\ddot{C}$, allein nicht in allen, und das Mineral wurde daher bald ein Hauptbeweis für Dimorphismus.

Zweigliedriges Krystallsystem mit vorwiegender Zwillingsbildung. Geschobene Säule M = a : b : ∞c 116° 16′ herrscht vor, daran fehlt selten die Abstumpfung der scharfen Kante h = b : ∞a : ∞c, an ihren Querstreifen erkennbar. Ein Paar auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt P = b : c : ∞a 108° 28′ (Hauy nahm für diesen genau den Winkel des regulären Oktaeders 109° 28′), daraus findet man

$$a : b = 0{,}863 : 1{,}388 = \sqrt{0{,}7447} : \sqrt{1{,}927};$$
$$\lg a = 9{,}93600, \ \lg b = 0{,}14246.$$

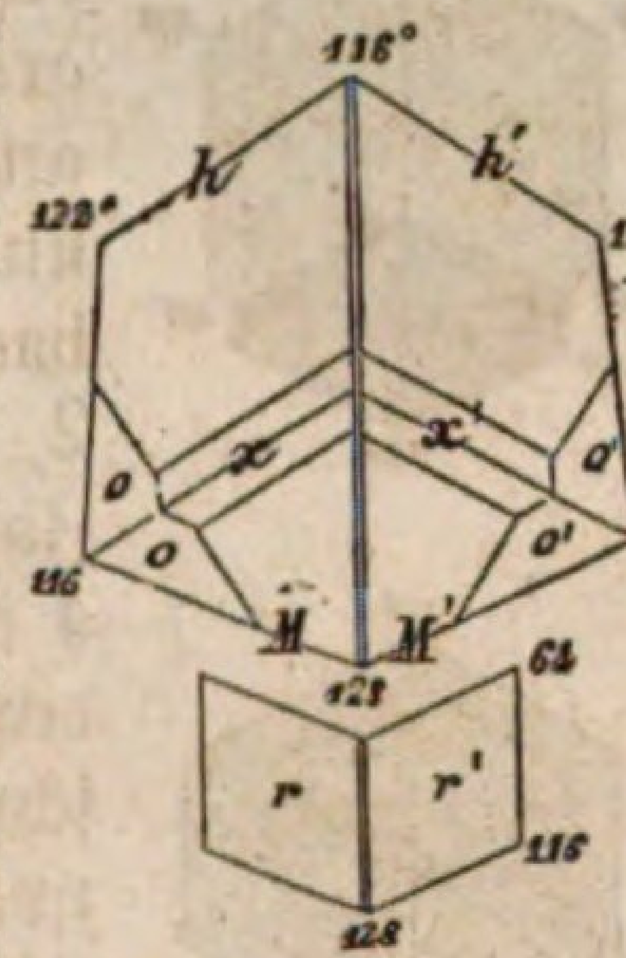


Dem Böhmischen fehlt das Oktaeder o = a : b : c selten, ist aber etwas rauh; s = a : c : ½b, n = b : c : 2a; häufig x = c : 2b : ∞a. Bei den Spanischen gibt Hauy ein Paar i = c : ½b : ∞a, welche mit M zusammen ein einfaches Oblongoktaeder machen. Gewöhnlich herrscht aber bei den spanischen Zwillingen die Gradendfläche r = c : ∞a : ∞b, welche alle andern Endflächen verdrängt. Sehr eigenthümlich sind die spießigen Krystalle (Hauy's Var. apotome), besonders schön auf dem Spatheisensteinlager des Iberges bei Grund am Oberharz, in der Serpentinbreccie des Aostathales. Hauy nahm sie als scharfe Oktaeder a : b : 6c, mit dem Paare c : $\frac{1}{12}$b : ∞a, allein von scharfen Messungen wird kaum die Rede sein können: es sind vielleicht nichts weiter als bauchige Säulen, daher sieht man öfter auch Zwillinge darunter.

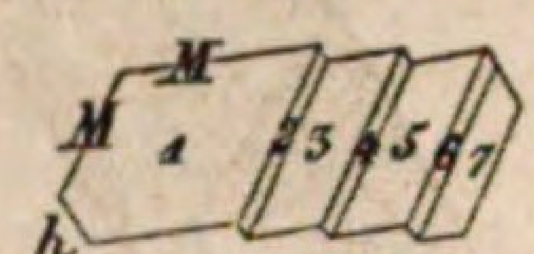


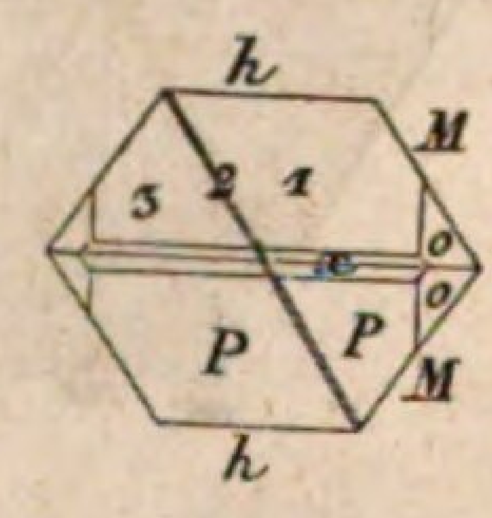
Zwillinge haben die Säule gemein, und liegen umgekehrt. Am leichtesten kann man sie bei den blaß weingelben von Bilin studiren, die für den Optiker so wichtig geworden sind. Wir nehmen dabei den Säulen-

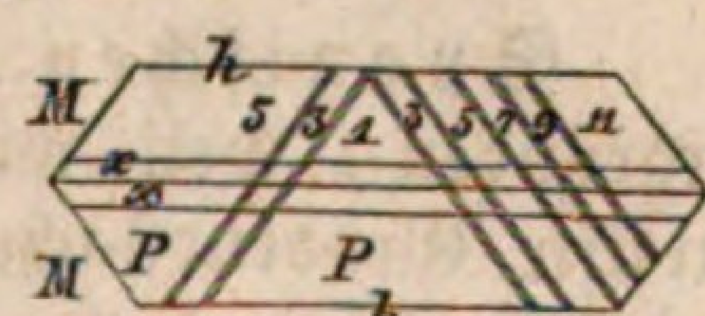
winkel 116°. Durch das Hinzutreten von h auf der Oberseite hat sich die Lücke zwischen den beiden Individuen ausgefüllt, und es ist eine Eigenschaft der Paralleltrapezoide h M M h′ M′ M′, daß h h′ wieder den Säulenwinkel einschließen. In der sechsseitigen Säule gehen nur die gemeinsamen M und M′ einander parallel, dagegen bilden h′ M und h M′ ein Prisma von 6°, die Convergenz findet über dem Säulenwinkel von 116° statt, da 128° + 116° + 122° = 366° beträgt. Sehe ich daher durch zwei solche nicht parallele Flächen gegen ein Licht, so treten die beiden Bilder um so mehr auseinander, je weiter ich mich davon entferne. Da die Zwillingsgränze nur selten genau durch die Säulenkanten geht, so findet sich auf einer der Säulenflächen öfter ein einspringender Winkel von 180°— 6° = 174°.

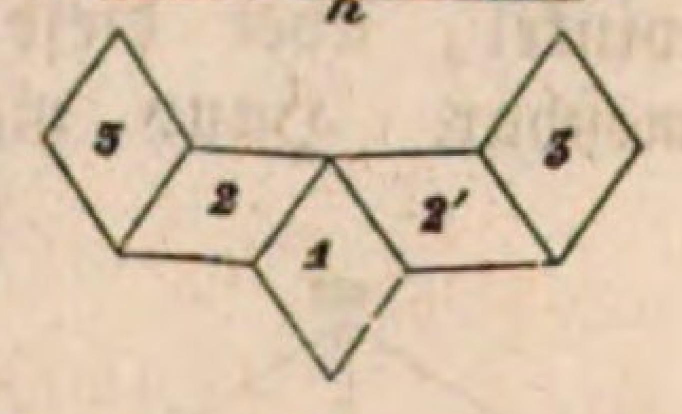


Oefter legen sich ganze Reihen von Individuen an einander, aber so, daß die ungeraden und geraden Zahlen einander parallel gehen, es ist das einfache Folge des gleichen Gesetzes, und man kann solche Reihen nur als Zwillinge betrachten. Die Zwillingsstreifen werden nicht selten so fein, daß man sie kaum mit der Lupe zählen kann. Es kommen gar häufig scheinbar ganz einfache Individuen vor, und genau untersucht findet man doch einen Strich 2 . . . 2 durchgehen, dem die beiden Enden 1 und 3 das Einspiegeln ihrer gleichnamigen Flächen verdanken, da 2 sowohl gegen 1 als gegen 3 die Zwillingsstellung einnimmt. Selbst die **Drillinge** von Bilin lenken meist gleich wieder zum Zwilling ein: denn in nebenstehender Figur bilden 122′ einen Drilling, aber die ungeraden 3 und 3 ꝛc. stehen mit 1 parallel, es müssen also alle übrigen Individuen links und rechts dem Zwillingsgesetz folgen. Die Flügel sind Zwillinge, der Kern Drilling.

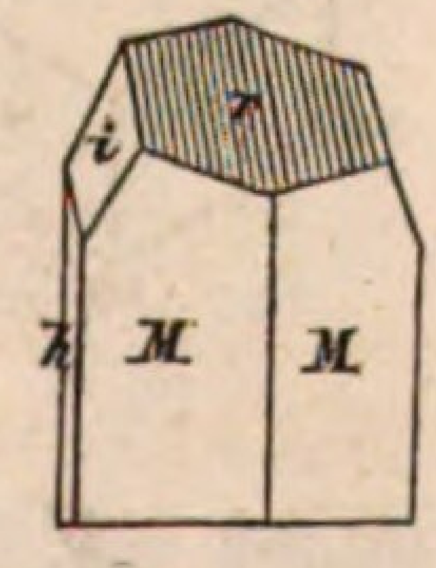


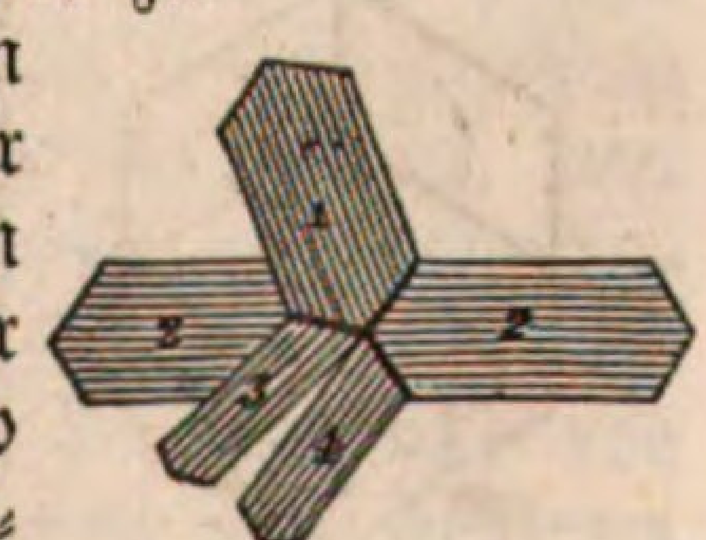


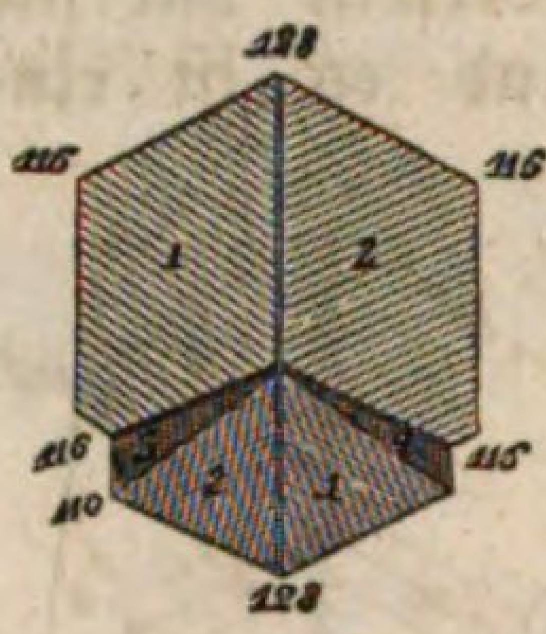




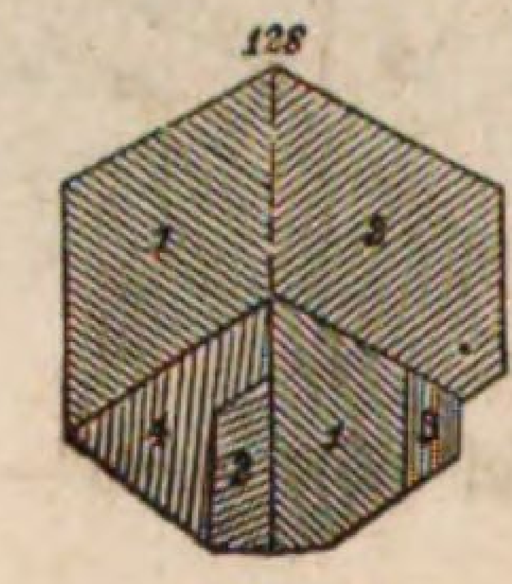
Vierlinge von Leogang und Herrengrund. Bei diesen schneeweißen bis wasserhellen Krystallen herrschen die Flächen Mhr, nebst den Zuschärfungen o und i = c : ½b : ∞a, welche auf r eine ausgezeichnete Streifung parallel der Axe a erzeugen, nach der man sich leicht in die Zwillingsverwachsungen orientirt. Bei Leogang kommen treffliche Durchwachsungen vor, darunter zeichnet sich ein Individuum gern durch Größe aus (2), 1 legt sich daran als Zwilling. 3 und 4 sind zuweilen klein und haben dann auf den Säulenflächen von 1 und 2 Platz, ihre Flächen h schneiden sich unter 12°. Gewöhnlich füllen sich jedoch die einspringenden Winkel aus, und man muß dann vorsichtig nach der Streifung der Gradendfläche sich orientiren, die so vortrefflich bei den Krystallen von Herrengrund aus=

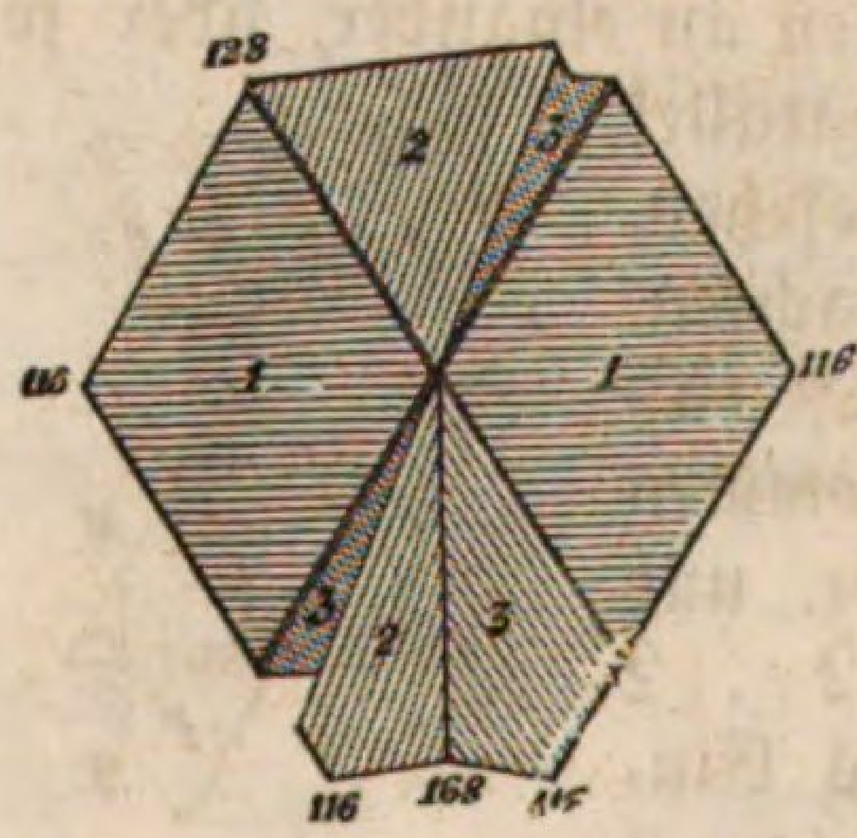




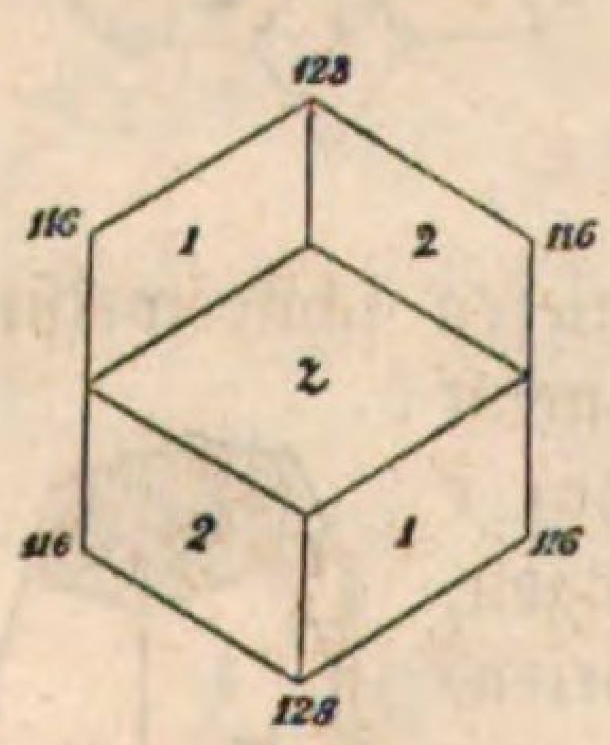


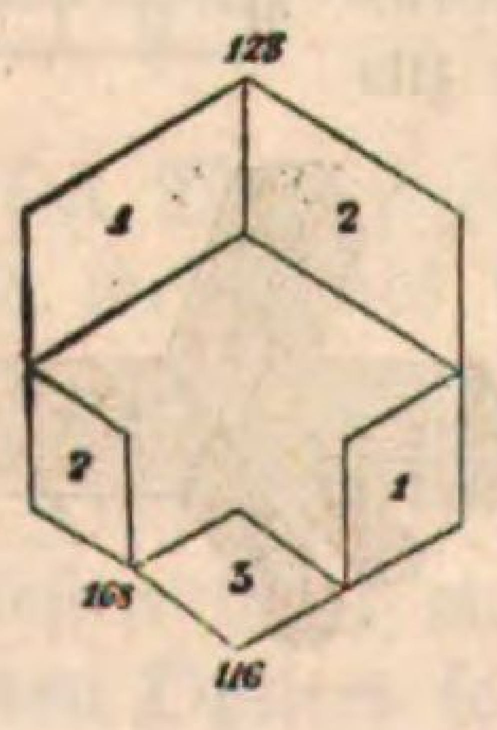
gedrückt ist. Am klarsten wird die Sache, wenn wir in den Zeichnungen auf der Gradendfläche die Zwillingsgränze zweier anliegenden Individuen durch zwei Linien angeben, um sie von den Gränzen der Ausfüllungen zu unterscheiden. Nebenstehende Figur (Hauy's symétrique basé) wird sogleich klar: die Hauptindividuen sind 1 und 2, sie setzen sich unten in den parallelen Stücken gleicher Zahl fort. Dazwischen haben sich zwei Streifen 3 und 4 eingeschoben, die man sich hüten muß für parallele Individuen anzusehen, da ihre Streifen sich unter 12° schneiden. Der nebenstehende weitere Vierling weicht zwar nur wenig ab, allein er ist nicht mehr so symmetrisch gebaut, indem drei Individuen (1, 2, 4) sehr groß werden. Die Säule schließt sich nicht immer in allen ihren Theilen gut, und man muß in Beurtheilung der Streifen äußerst vorsichtig sein. Zuweilen sind auch nur drei Individuen vorhanden, wie beistehende Figur (Hauy's contourné basé) zu beweisen scheint. So viel verschiedene Streifen sich darauf auch finden mögen, so bilden doch 1 mit 2 und 1 mit 3 blos Zwillingsstellungen, alles Uebrige ist Fortsetzung. Man sieht daraus deutlich, zu welcher Mannigfaltigkeit das einfache Gesetz führen kann. Diese Mannigfaltigkeit ist bei den



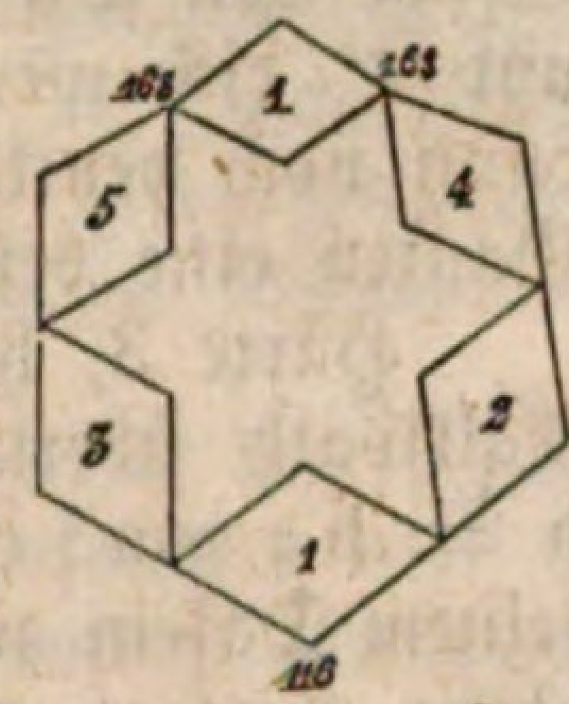


Spanischen Zwillingen häufig gar nicht mit Gewißheit zu ergründen, weil wir hier neben M und h nur noch eine matte ungestreifte Gradendfläche haben. Es bleiben zum Erkennen blos die Säulenwinkel, aber diese zum Glück selbst mit dem Reflexionsgoniometer gut meßbar. Hauy maß diese Winkel und konstruirte dann die Rhomben hinein. Natürlich waren dabei Irrthümer unvermeidlich. Neuerlich hat Senarmont (Ann. Chim. Phys. 3 sér. 41. 60) gezeigt, daß Querschliffe im polarisirten Licht die Gränzen gut erkennen lassen. Eine der häufigen Formen (Hauy's symétrique basé) bildet Säulen von 128° mit abgestumpften scharfen Säulenkanten, wodurch vier Mal 116° entstehen müssen. Hauy nahm sie als einfachen Zwilling von nebenstehender Deutung, wovon 1 sich in 1 und 2 in 2 fortsetzt, die Zwischenmasse z dachte er sich dann beliebig ausgefüllt. Allein so einfach war die Sache gewiß nicht, wie uns schon das erste Herrengrunder Exemplar beweist, was bei ganz gleichen Winkeln einen Vierling bildet. Wenden wir uns jetzt zum contourné basé mit einem Winkel von 128° und fünf von 116°. Da die Summe der Winkel nur 708° statt 720° beträgt, so muß eine Seite nach innen um 12° geknickt sein. Diese geknickte liegt übrigens nicht immer auf der gleichen Fläche. Hauy dachte sich diesen als Drilling, indem er an der

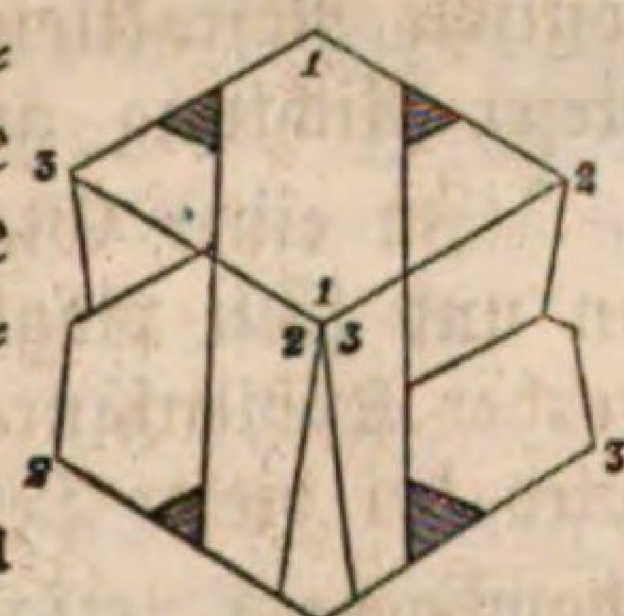




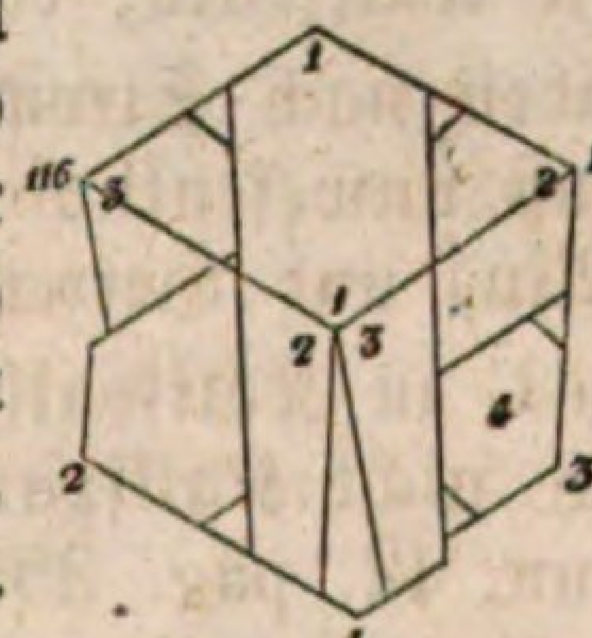
Stelle seines Winkels von 128⁰ am symétrique basé ein drittes Individuum einflickte. Auch hier hat die Natur es freier und schöner zu Stande gebracht, wie obiger Herrengrunder Drilling beweist. Endlich noch die prachtvollen dicken mit 6 gleichen Winkeln von 116⁰, die folglich 2 nach innen geknickte Flächen haben müssen. Es sind dreierlei Fälle möglich, je nachdem die geknickten Flächen einander an-, gegenüber oder zwischenliegend vorkommen. Im ersten Fall (émergent basé) flickte Hauy im symmétrique basé statt der 128⁰ zwei Rhomben ein, er bekam dann, da die geknickte Fläche von ihm stets durch einen Drilling erklärt wird, scheinbar einen Achtling, der aber, wie die eingeschriebenen Zahlen zeigen, sich auf einen Fünfling zurückführen läßt. Fünf ist zugleich das Maximum von Säulen, welche um einen Punkt möglich sind, und es mag daher nicht zufällig sein, daß man gerade mit dieser Zahl die schwierigsten Formen erklären kann. Nur zeigen die Krystalle selbst, daß mehr eine strahlige Anordnung vom Mittelpunkt aus Statt findet: so ist das



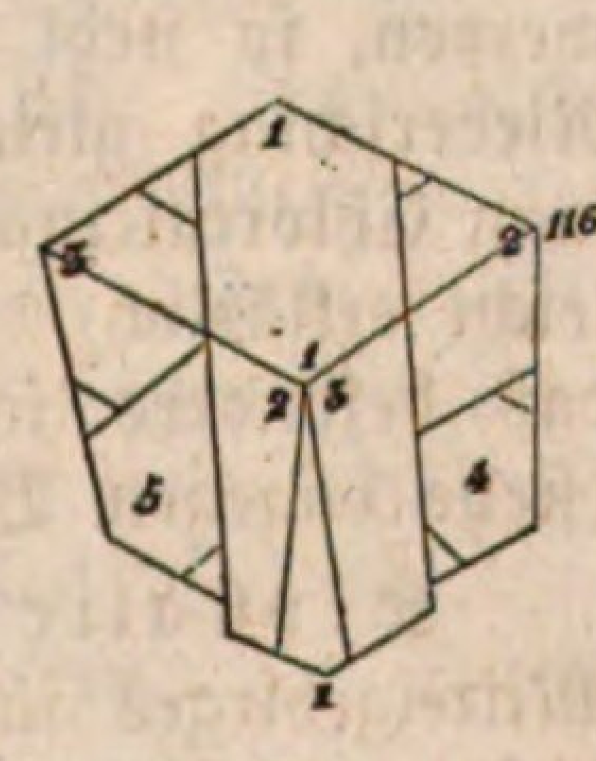
mésotome basé mit gegenüberliegenden geknickten Seiten ein einfacher Drilling von Individuen, die sich durchwachsen haben. Daß die Flächen h eine Rolle mitspielen, sieht man an den Streifungen auf der Gradendfläche. Das



meïogene basé mit zwischenliegenden geknickten Flächen können wir nur mit 4 Individuen hinstellen. So läßt sich z. B. im Herrengrunder Drilling der Winkel von 128⁰ durch ein viertes Individuum wegschaffen, und dann liegen die geknickten Flächen meïogene. Aber wir können auch die Sache so machen, daß wir noch die Individuen 1 und 2 durchwachsen lassen, dagegen müssen wir den drei gegenüber ein viertes einschieben, weil wir sonst den Winkel von 128⁰ nicht wegbringen. Endlich beim



émergent basé bleibt nur noch ein Hauptindividuum 1, während auch der 2 noch ein fünftes gegenübertritt. Diese Beispiele werden zur Genüge zeigen, bis zu welchen Complicationen ein einfaches Gesetz führen kann. Senarmont (Ann. Chim. Phys. 3 sér. 41. 62. Tab. I. Fig. 2—13) führt nach optischen Untersuchungen sämmtliche spanische Zwillinge (von Molina und Bastennes) auf 6 Individuen zurück, wie im obenstehenden Herrengrunder Drilling: 1 und 6 gehen parallel und liegen sich gegenüber wie 1 und 1; zwischen beide legen sich dann 2 und 3 als Zwilling an die Seiten von 1 und 4 und 5 an die Seiten von 6. Durch verschiedene Ausdehnung von 2 3 4 5 oder durch Verschwinden mehrerer derselben lassen sich dann alle ableiten. Und alles das bringt Senarmont durch Bestimmung von der Lage der Axe zu Stande. Die Krystalle von Bastennes zeigen eine innere fasrige Struktur, welche von dem Centrum nach den Seiten strahlt.



Afterkrystalle des Arragonits nach Kalkspath fand Mitscherlich in Vesuv'schen Laven, Haidinger im Basalttuff von Schlackenwerth und zu Herrengrund. Am merkwürdigsten scheinen die von der Emericus-Grube von Offenbanya, wo die Zwillingssäulen nach Fichtel 1 Fuß lang und $\frac{1}{2}'$ dick werden. Nach G. Rose (Pogg. Ann. 91. 147) erkennt man dann noch deutlich die Zwillingsgränzen, auch der Blätterbruch behält im Ganzen eine bestimmte Lage bei.

Härte 3, härter als Kalkspath, Gewicht 2,9, also auch um 0,2 den Kalkspath übertreffend. Ein schwacher Blätterbruch wird zwar parallel $h = b : \infty a : \infty c$ angegeben, allein man hat große Mühe, sich nur von seinem Dasein zu überzeugen, geschweige daß er sich darstellen ließe. Fettglanz, Farben zufällig wie beim Kalkspath. Starke doppelte Strahlenbrechung, ordentl. Strahl 1,69, außerordentl. St. 1,53, also dem Kalkspath in Stärke kaum nachstehend. Die beiden optischen Axen machen mit c 10° und mit b 80°, liegen also in den Axenebenen b c, und ihre Ebene halbirt den scharfen Säulenwinkel. Ein Paar $c : 4b : \infty a$ gegen Axe c 79° 48′ geneigt, steht senkrecht gegen die optischen Axen. Um die conische Refraktion zu zeigen, schleift man die Böhmischen Krystalle nach dieser Richtung an. Von Rudberg Pogg. Ann. 17. 1 genau untersucht.

In einer Glasröhre über Weingeist lange erhitzt schwillt er etwas an und fällt plötzlich zu einem weißen Pulver auseinander, ohne dabei vorher Kohlensäure abzugeben, denn ein daneben gelegtes Stück Kalkspath wird bei dieser Temperatur noch gar nicht verändert: er soll zu Kalkspathrhomboedern zerfallen (Haidinger Pogg. Annal. 11. 177). $\dot{C}a\,\ddot{C}$ ganz wie Kalkspath, denn ein kleiner Gehalt an Strontianerde, die spanischen haben nach Stromeyer 4 p. C. $\dot{S}r\,\ddot{C}$, welchen Hauy für wesentlich hielt, muß unwesentlich sein, da die böhmischen nur 1 p. C., die von Gex (Dep. l'Ain) und Herrengrund keinen mehr zeigen. Obgleich der geschmolzene $\dot{C}a\,\ddot{C}$ zu Kalkspath gesteht, so soll doch aus heißen Lösungen im Wasser sich nicht Kalkspath, sondern Arragonit niederschlagen, G. Rose Pogg. Ann. 42. pag. 353, während es bekannt ist, daß kalte Quellen nur Kalkspath erzeugen. Läßt man die heißen Niederschläge jedoch im Wasser kalt werden, so steht die Masse wieder zu Kalkspath um, man muß daher den Niederschlag gleich trocknen. Am besten bildet sich der künstliche, wenn man Chlorcalcium in kohlensaures Ammoniak gießt. Daraus scheint nun leicht erklärlich, daß die Kalksteine heißer Sprudel Arragonit wurden, und daß besonders in vulkanischen Gesteinen ihre Krystalle zu finden sind (siehe dagegen Bischof Lehrb. chem. phys. Geol. II. 1039).

Krystalle besonders schön in den Basaltgebirgen des böhmischen Mittelgebirges südlich Bilin (Liebshausen, Kosel, Luschiz, Sedlitz, Seidschütz 2c.), für den Optiker die wichtigsten Fundorte, nicht selten in armdicken Strahlen, aber dann unklar; auch die Auvergne bietet in ihren vulkanischen Gesteinen viele schöne Fundorte. Besonders bekannt sind die einfachen Zwillingsformen aus dem Gyps von Bastennes ohnweit Dax am nördlichen und aus Arragonien am südlichen Abhange der Pyrenäen. Hier könnten freilich auch heiße Quellen die Ursache gewesen sein, wie bei den Rogensteinbildungen des Bunten Sandsteins am Harz. Doch beweist Becquerel (Compt. rend. XXXIV. 574), daß Arragonit entstehe, wenn

eine 5 bis 6gradige Lösung von doppelt kohlensaurem Natron auf Gyps wirke, Kalkspath dagegen, wenn die Lösung schwächer (zweigrädig) sei. Zu Leogang östlich Saalfelden im Salzburgischen finden sich klare Zwillinge auf Erzgängen im Gneus, ebenso und wegen der Deutlichkeit ihrer Zwillingsformen besonders wichtig ist das Vorkommen zu Herrengrund nördlich Neusohl in Ungarn. Diese sind von Kalkspath überzogen, und unten schwefelgelb gefärbt, was ihnen beim ersten Anblick Aehnlichkeit mit den bekannten Cölestindrusen von Sicilien gewährt.

Nadelförmige Krystalle finden sich in der Serpentinbreccie des Aosta-Thales, auf Erzgängen von Iglo in Ungarn (Igloit), besonders aber in verwitterten Spatheisensteinlagern des Harzes (Iberg) und Thüringens (Saalfeld), als Seltenheit im Liaskalk (Neunheim bei Ellwangen). Besonders aber bilden die vulkanischen Gesteine am Hohenhöwen am Bodensee, Sasbach am Kaiserstuhl, die alten Laven vom Vesuv, und viele Basalte das Muttergestein, und man muß sich hüten, es hier nicht mit Faserzeolith zu verwechseln.

Der strahlige Arragonit ist außerordentlich verbreitet, wird aber häufig in Sammlungen mit Kalkspath verwechselt. Hauptunterscheidungsmerkmal bleibt der Mangel der Blätterbrüche am Ende der Strahlen, denn erwärmt zerfallen sie nicht mehr so auffallend zu Pulver als die krystallinischen Massen. Zuletzt wird der Strahl zur feinsten Faser.

Fasriger Arragonit. Dahin gehören besonders die schneeweißen Platten in den sogenannten „Schatzkammern" (Klüften) der zersetzten Spatheisensteine des Erzberges bei Eisenerz in Steiermark. Buchholz gibt darin 99 $\dot{C}a\,\ddot{C}$ und 1 $\dot{H}$ ohne Spur von Eisenmischung an, ob sie gleich ohne Zweifel ein Produkt der in den Erzen cirkulirenden Wasser sind. Von den Platten gehen dann zackige, korallen- und baumförmige Verzweigungen aus (Eisenblüthe, flos ferri), die zwar nach Art der Stalaktiten sich gebildet haben mögen, aber auffallender Weise wie bei Korallenstöcken gegen das Gesetz der Schwere verlaufen. Von der innern Axe zieht sich die zarte Faser excentrisch schief nach oben. Auf andern Eisenerzspalten, wie z. B. zu Wasseralfingen, findet man oft den baumartig verzweigten Kalkspath von gleicher Schneeweiße. Auf den Malachitgängen von Ringenwechsel in Tyrol sind sie schön spangrün gefärbt. Der Satin-Spar (Atlas-Spath) im Schieferthon von Alston-Moor Schnüre bildend wurde zu Seidenglänzenden Perlen verschliffen, enthält 4 $\dot{M}n\,\ddot{C}$. Fein fasrige Platten findet man öfter mitten im Kalkgebirge: im braunen Jura der Porta Westphalica oberhalb preußisch Minden, im Lias von Kemnath, mit traubiger Oberfläche im Süßwasserkalk von Steinheim, Cannstadt 2c., doch ist der Beweis für Arragonit nicht immer zu führen. Dagegen sind die

Karlsbader Sprudelsteine, obgleich durch Eisenocker roth, braun bis schwärzlich gefärbt, entschieden Arragonit. Sie bestehen aus concentrischen Lagen häufig mit traubiger Oberfläche. Zwischen der feinsten Faser finden sich zuweilen gröbere Strahlen, an denen man deutlich den Mangel des Blätterbruchs nachweisen kann. Der heiße Sprudel von 60°—74° R. scheint hier offenbar der Grund zu sein. Daher wird auch der dortige Erbsenstein pag. 337 Arragonit sein. Wo der Ursprung nicht

so sicher ist, wie z. B. bei dem Rogensteine aus dem Buntensandsteine von Thüringen, läßt sich die Frage, ob Kalkspath oder Arragonit, kaum entscheiden.

Bei Tarnowitz in Schlesien kommt mit Bleiglanz verwachsen ein strahliger grünlich grauer Arragonit vor (Tarnowitzit), der 2,98 wiegt, und 2—3,8 $\dot{Pb}\ddot{C}$ enthält (Böttger Pogg. Ann. 47. 497). Manganocalcit nannte Breithaupt (Pogg. Ann. 69. 429) den nierenförmigen röthlich weißen Braunspath von Schemnitz in Ungarn, 3,04 Gewicht, er soll seinem Blätterbruch nach 2gliedrig sein, und Werner zählte ihn zum fasrigen Braunspath, der freilich öfter sich mehr zur Arragonit-, als zur Kalkspathgruppe zu neigen scheint.

Dufrénoy's Junckerit von Poullaouen in der Bretagne wurde länger für einen zweigliedrigen Spatheisenstein gehalten, bis Breithaupt (Pogg. Annal. 58. 279) bewies, daß es rhomboedrischer Spatheisenstein sei, doch hat Dufrénoy (Traité minér. II. 507) davon keine Notiz genommen. G. Rose glaubt, daß neutrale kohlensaure Talkerde abgedampft auch eine arragonitartige Struktur besitze.

8. Witherit Wr.

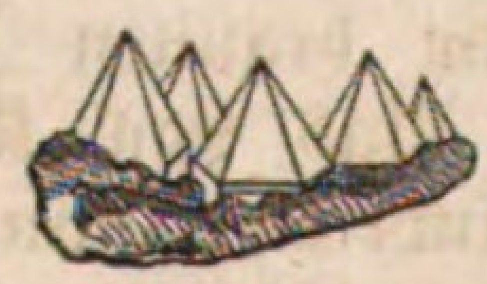
In der Umgegend von Anglesark (Lancashire) benutzen die Bewohner schon längst einen gelblichen Stein als Rattengift, in welchem Dr. Withering (Phil. Transact. 1784. pag. 296) zuerst luftsaure Baryterde nachwies, daher gab ihm Werner den Namen, Bergm. Journ. 1790. III. 2. pag. 216.

Zweigliedrig, aber von sechsgliedrigem Aussehen, wie es Hauy auch wirklich nahm. Die rhombische Säule $M = a : b : \infty c$ bildet $118^0\ 30'$, durch die Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante $h = b : \infty a : \infty c$ entsteht daher eine fast reguläre sechsseitige Säule mit Querstreifen auf allen Flächen, $i = c : \frac{1}{2}b : \infty a$ macht über c einen leicht meßbaren Winkel von 69^0, wornach

$$a : b = 0,818 : 1,375 = \sqrt{0,6687} : \sqrt{1,889},$$
$$lga = 9,91263, \ lgb = 0,13816.$$

Tritt zu i das Rhombenoktaeder $o = a : b : c$ mit $130\frac{1}{2}^0$ in der vordern Endkante, so bekommen wir eine scheinbar diheraedrische Endigung, die mit der des gemeinen Quarzes große Aehnlichkeit hat. Doch findet man am Ende gewöhnlich Spuren eines weitern Oktaeders. Vorzüglich zu Alston in Cumberland. Die Aehnlichkeit mit dem sechsgliedrigen System setzt sich noch weiter in Hauy's Triannulaire fort. Hier tritt zu M, h, o, i noch $f = 2a : 2b : c$, $d = 4a : 4b : c$, $P = b : c : \infty a$, $x = c : 2b : \infty a$ und $r = c : \infty a : \infty b$. Bei Alston kommen sechsseitige Tafeln vor, über welchen sich x und d zu einer Halbkugel wölben. Da sich nun auch Zwillinge wie beim Arragonit finden, so ist der Isomorphismus vollkommen, obgleich Krystalle bei uns nicht häufig getroffen werden. Nach Senarmont (Ann. Chim. Phys. 3 sér. 41. 64) sind die scheinbar einfachen







Krystalle Sechslinge, welche sich mit ihrem scharfen Säulenwinkel um einen Mittelpunkt legen, wie man im polarisirten Lichte beobachten kann. Blättriger Bruch wird parallel M ꝛc. angegeben, ist aber kaum zu bemerken. Die optischen Axen schneiden sich unter 6^0—8^0, liegen aber in der Axenebene a c, also nicht wie beim Arragonit.

Härte 3—4, Gewicht 4,3, etwas zum Fettglanz sich neigend. Gelblich grüne Flamme vor dem Löthrohr, schmilzt nicht schwer, auf Kohle zu einer klaren Perle. Diese fängt plötzlich an stark zu brausen, weil die Kohlensäure jetzt erst entweicht, und die Masse sich dann als kaustische Baryterde ausbreitet. Dieses merkwürdige Verhalten brachte Black auf die Vermuthung, daß beim Kalkstein auch wohl etwas Aehnliches Statt finden könnte.

$\dot{B}a\,\ddot{C}$ mit 77,6 $\dot{B}a$, 22,4 $\ddot{C}$.

Das Pulver fällt in der Kälte die dreiatomigen Basen $\dddot{R}$, dagegen die einatomigen $\dot{R}$ nicht. In kalter concentrirter Salzsäure braust er nicht, sobald man aber die Säure (sogar sehr stark) verdünnt, so fängt er außerordentlich heftig an zu brausen. Das sich bildende Chlorbarium ist nämlich in Salzsäure unlöslich, im Wasser dagegen löslich. Die Zersetzung beginnt daher erst dann, wenn gehörige Wassermenge zur Aufnahme des sich bildenden Salzes vorhanden ist.

Die Bleierzgänge des nördlichen England, welche im Bergkalk und Steinkohlengebirge aufsetzen, sind theilweis reich an diesem bei uns seltenen Mineral. Besonders schön sind die halbtrüben weißen Krystalle von Alston-Moor in Cumberland, dann die grünlich weißen derben Massen mit feinstrahligem Bruch, welche in großen Massen in Shropshire ꝛc. vorkommen. Das excentrisch strahlige des Längsbruchs erinnert in etwas an den muscheligen Bruch des Gypses. Unbedeutend sind die Fundorte von Leogang, in den Schwefelgruben Siciliens, zu Schlangenberg am Altai ꝛc.

Der reine kohlensaure Baryt findet sich in allen Stufen der Zersetzung durch Schwefelsäure bis zum völligen Uebergange in Schwerspath. Thomson's Sulphato-Carbonate of Barytes von Brownley-Hill in Cumberland gehört zu solchen Afterbildungen.

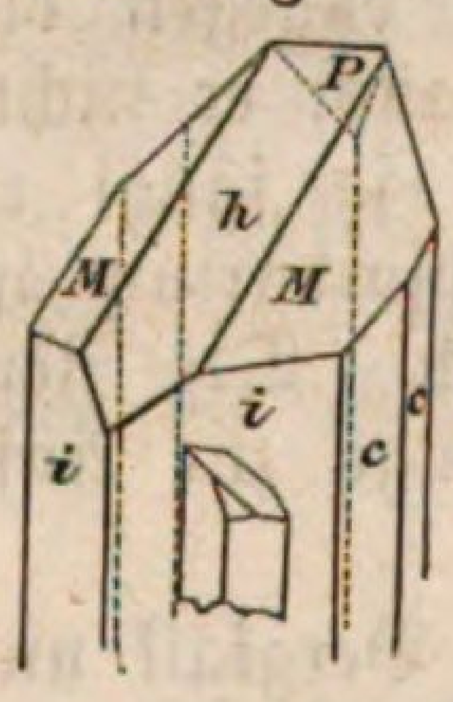
Barytocalcit $\dot{B}a\,\ddot{C} + \dot{C}a\,\ddot{C}$. Kommt zu Alston-Moor mit Witherit vor. In concentrirter Säure brausen sie anfangs, hören dann aber auf, und wenn man darauf verdünnt, so fangen sie nochmals stark an zu brausen. Die Substanz scheint dimorph:

1) zweigliedriger Barytocalcit (Alstonit Breithaupt), sieht dem Witherit sehr ähnlich, und zeigt namentlich keinen ausgezeichneten Blätterbruch. Die Säule M = a : b : ∞c 118° 50′, würde also ganz unwesentlich vom Witherit abweichen. Interessant sind Drillinge, die zu Alston mit den Witherittafeln vorkommen, scheinbar scharfe Diheraeder, deren Querstreifen in der Mitte durch eine Diagonale unterbrochen ist. Nach den Messungen von Descloizeaux sind es drei Oblongoktaeder $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{2}$b : c, die sich parallel der Hauptaxe dem Zwillingsgesetze gemäß durchdrungen haben. Die optischen Axen liegen sehr genähert und wie beim Arragonit in der Axenebene b c. Flußspathhärte,



Gew. 3,6. Bromley-Hill bei Alston-Moor, daher Bromlite Dana. Thomson glaubte anfangs $2\,\dot{Ca}\ddot{C} + \dot{Ba}\ddot{C}$ gefunden zu haben, und nannte ihn daher Bicalcareo-Carbonale of Barytes, Johnston (Pogg. Ann. 34. 668) weist dagegen vollkommene Uebereinstimmmung nach mit dem folgenden, nämlich

2) zwei- und eingliedrigem Barytocalcit Brooke. Die kleinen Krystalle zeigen beim ersten Anblick einen Gypsartigen Habitus. Eine geschobene Säule i = a : b : ∞c hat vorn ihren scharfen Winkel von 84° 45′, die Säule ist stark längsgestreift, und mit ihrem Unterende aufgewachsen. Brooke (Pogg. Ann. 5. pag. 160) setzt den stumpfen Säulenwinkel von 95° 15′ vorn hin. Es kommen noch Zuschärfungen der seitlichen Kante vor, die häufig herrschend werden und die sichere Bestimmung der Säule sehr erschweren. Eine matte Schiefendfläche h =



a : c : ∞b gegen die Axe c 61°, in ihrer Diagonalzone ein Augitpaar M/M 106° 54′ mit einem Blätterbruch so deutlich als beim Kalkspath. h und M nehmen gewöhnlich das ganze Ende ein, und bilden hinten eine scharfe Ecke, diese Ecke läßt sich leicht wegsprengen, und dann glänzt ein dritter ebenfalls deutlicher Blätterbruch P hervor, 45° gegen Axe c geneigt. Da P/M 102° 54′ machen, so kann man die drei Blätterbrüche ihrem Glanze und Winkeln nach mit Kalkspath verwechseln. Härte 4, Gew. 3,7. Durchaus von Kalkspathartigem Aussehen. Alston-Moor, die Krystalle oft mit Kalkspath wie überzuckert, wodurch ihr Glanz nicht gelitten hat. Wenn aber Schwerspath darauf sitzt, so sollen sie trübe sein, weil derselbe sich auf Kosten ihrer Substanz gebildet hat.

9. Strontianit Sulzer.

Hat seinen Namen von Strontian in Schottland (Argyleshire), wurde mit Witherit verwechselt, doch vermuthete Crawford schon 1790 eine neue Erde darin, die sich auch bald fand (Strontium). Bergmänn. Journ. 1791. IV. 1. pag. 433. Durch Schmeißer Philos. Transact. 1794. pag. 418 wurde das interessante Mineral zuerst genauer bestimmt.

Zweigliedrige Säule M = a : b : ∞c 117° 19′ und P = b : c : ∞a 108° 12′ daraus folgt

$$a : b = \sqrt{0,654} : \sqrt{1,808}.$$

Die Krystalle gewöhnlich unbestimmbar nadelförmig, doch führt schon Hauy von Leogang die Flächen h = b : ∞a : ∞c, o = a : b : c und f = 2a : 2b : c, also ganz wie beim Witherit an, und da nun auch die Zwillinge nicht fehlen, so ist der Isomorphismus mit Arragonit vollkommen. Der blättrige Bruch der Säule M vielleicht etwas deutlicher als beim Witherit, im übrigen ein sehr ähnliches Aussehen, Härte die gleiche 3—4, aber etwas leichter Gew. 3,6. Die optischen Axen schneiden sich unter 6° 56′.

Vor dem Löthrohr vortrefflich erkennbar: er schmilzt kaum, die Probe verliert ihre Kohlensäure, es schießen kurze blendend weiße Stäbe daraus hervor, stärker leuchtend als Kalkspath, und die Flamme purpurroth färbend.

$\dot{\mathrm{Sr}}\,\ddot{\mathrm{C}}$ mit 70 $\dot{\mathrm{Sr}}$, 30 $\ddot{\mathrm{C}}$,

gewöhnlich etwas $\dot{\mathrm{Ca}}\,\ddot{\mathrm{C}}$ dabei, bis 6,5 p. C. Er braust selbst in concentrirter Säure sehr stark. Zu Braünsdorf bei Freiberg mit Braunspath auf Quarz mit schönen Krystallnadeln, auf Bergwerkswohlfahrt zu Klausthal in garbenförmigen Krystallen auf Schwerspath angeflogen, die schönsten Krystalle auf den Erzgängen von Leogang (Salzburg). Auf den Erzgängen von Strontian kommen sie in derben strahligen Massen vor, von grünlicher Farbe, andere sind gelblich, aber nicht so fasrig als Witherit. Sehr merkwürdig sind die 1″ bis 2 Fuß mächtigen Gänge in der Kreideformation von Hamm in Westphalen (Pogg. Ann. 50. 189), wohl die größten bis jetzt bekannten Massen. Am Monte Paterno bei Bologna finden sich Mergelkugeln mit feinen Krystallnadeln im Innern. Auch in den Kammern von Ammonites angulatus des Lias α kommen sie in mehligen Halbkugeln vor, doch hüte man sich, ihn nicht mit fasrigem Cölestin zu verwechseln.

Stromnit Traill von der Insel Stromneß in den Orkaden hat 68,6 $\dot{\mathrm{Sr}}\,\ddot{\mathrm{C}}$ und 27,5 $\dot{\mathrm{Ba}}\,\ddot{\mathrm{C}}$. Da Baryt- und Strontianerde gewöhnlich zusammen vorkommen, so sind solche Gemische leicht erklärlich, nur die Schwierigkeit bleibt die, wo die neue Species anfängt.

10. Weißbleierz.

Die Bergleute aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts kennen es bereits unter dem Namen Bleispath, obgleich nicht sonderlich späthig, so „zerspringet er doch im Feuer wie Spath." Wallerius 1747 hat beide Namen, Cronstedt heißt es Cerussa indurata (verhärteter Bleyocher), woher der Name Cerussit. Romé de l'Isle kennt schon 1772 die Uebereinstimmung der Krystallisation der la Mine de Plomb-blanche mit Salpeter. Kirwan wies darin die Luftsäure nach.

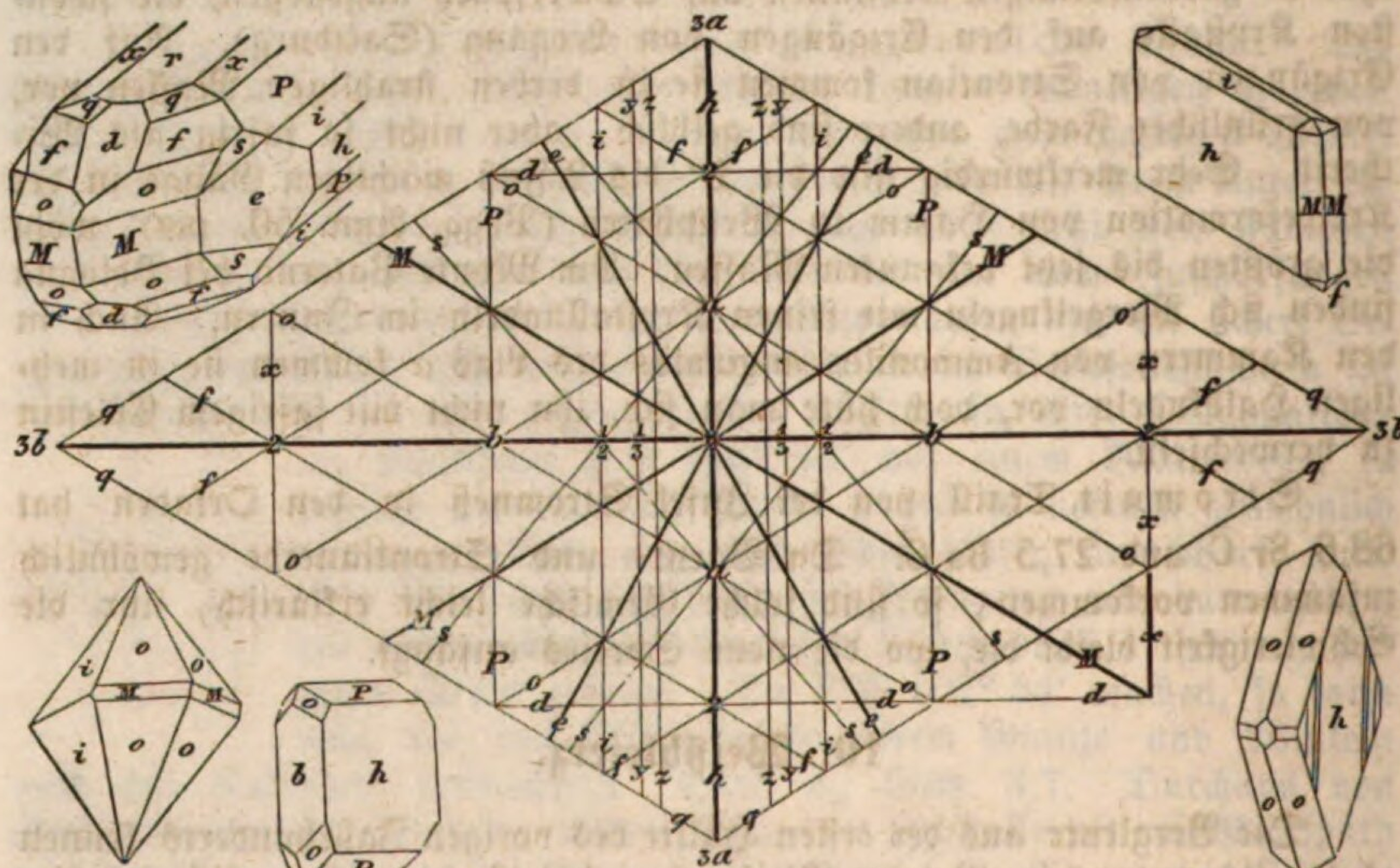
Zweigliedrig mit arragonitartiger Zwillingsbildung. Geschobene etwas blättrige Säule $M = a : b : \infty c$ $117^0\ 14'$, ein Paar auf die scharfe Kante aufgesetzt $P = b : c : \infty a$ macht unter sich $108^0\ 14'$ gibt

$$a : b = 0{,}8432 : 1{,}382 = \sqrt{0{,}71} : \sqrt{1{,}911},$$
$$\lg a = 9{,}92593,\ \lg b = 0{,}14060.$$

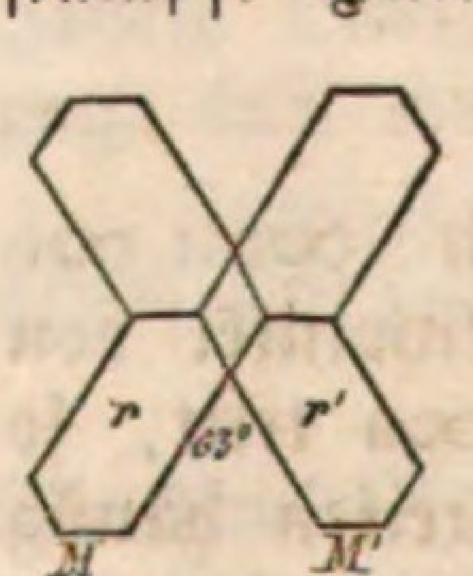
Gewöhnlich herrscht die längs- und quergestreifte Fläche $h = b : \infty a : \infty c$ und das Oktaeder $o = a : b : c$ mit dem vordern Endkantenwinkel von 130^0. Wenn zum Oktaeder die Zuschärfung $i = c : \frac{1}{2}b : \infty a$ tritt, so entstehen diheraederartige Endigungen. h wird durch Querstreifen häufig bauchig, weil außer P und i noch $x = c : 2b : \infty a$, $y = c : \frac{1}{3}b : \infty a$ und $z = c : \frac{1}{4}b : \infty a$ sich einzusetzen streben. Wenn o zurücktritt, so entstehen vierseitige Tafeln. Die Gradendfläche $r = c : \infty a : \infty b$ und die Abstumpfungsfläche der stumpfen Säulenkante $b = a : \infty b : \infty c$ kommen auch häufig vor. b mit h bilden bei Badenweiler eine Oblongsäule, die senkrecht gegen die Are c gesehen einen auffallenden Seidenglanz zeigt. Ein vorderes Paar $d = c : 2a : \infty b$ etwas drusig trifft man oft bei Lacroix und Przibram. Besonders flächenreich sind die schönen Krystalle von Leadhills und Nertschinsk, woran nicht blos alle genannten, sondern auch noch die Flächen $e = a : \frac{1}{3}b : \infty c$, $f = c : 2a : 2b$, $q =$

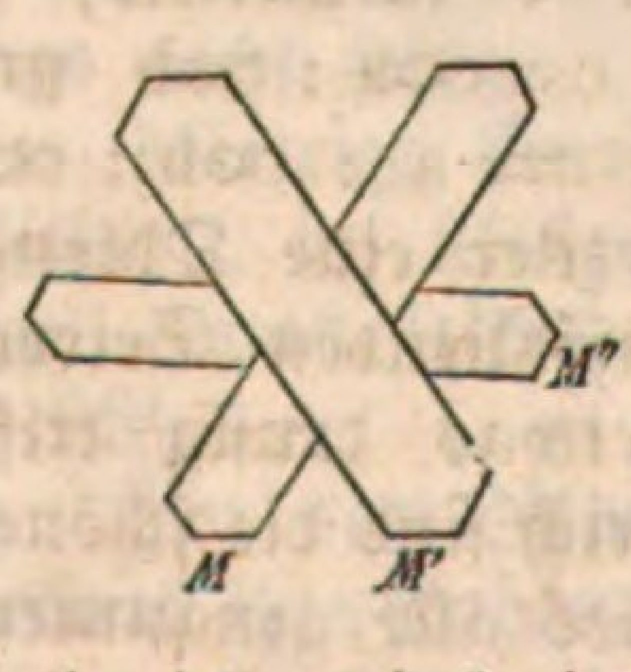
c : 3a : 3b, s = a : c : $\frac{1}{2}$b. Fassen wir alle auf nachstehender Projektion zusammen, so kann sie uns als ein Muster dieser merkwürdigen zweigliedrigen Gruppe (Arragonit, Witherit, Strontianit) dienen:

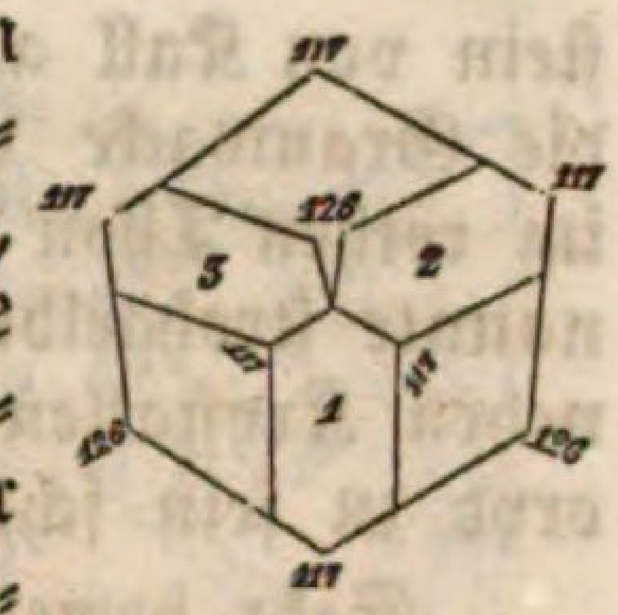
Weißbleierz projicirt auf die Gradendfläche r.



Zwillinge so vorherrschend, daß nur selten einfache Krystalle gefunden werden. Bei Lacroix in den Vogesen fanden sich früher einfache Zwillinge in Säulen von 117° und 121$\frac{1}{2}$° mit den Endigungen d und x, die Flächen x und x′ unten zwischen den Rhombenflächen d bilden einen einspringenden Winkel. Scheinbar einfache Individuen haben öfter Zwillingslinien. Die meisten Zwillinge zeigen jedoch stark einspringende Winkel in der Säule, der häufig jede Ausfüllung fehlt. Gar gern bilden sie stumpfe Haken von 117°, an denen nichts einspiegeln will, weil an der Zwillingsgränze sich alles ausfüllt. Wenn jedoch diese Haken sich durchwachsen, so spiegeln im scharfen Zwillingswinkel von 63° Säule (M mit M′) und Oktaederflächen (o mit o′) ein, weil für diesen die gemeinsame Zwillingsebene nicht dazwischen, sondern quer (M und M′) liegt. Gewöhnlich ist ein Individuum kräftiger, und das dient den andern zur Stütze. Kommt ein drittes hinzu, so setzt sich das in den stumpfen Winkel dem einen oder dem andern als Zwilling an, und nun entsteht wie beim Arragonit mésotome pag. 351 beim Durchwachsen im Querschnitt der Säule ein Sechseck mit 6 Winkeln von 117°, deren eines Paar gegenüber liegender Flächen 171° einspringt. Wenn in den Drillingen die Oktaeder herrschen, wie bei mehreren Schwarzwäldern, so entstehen förmliche Diheraeder, bei denen man nicht selten Mühe hat, den einspringenden Winkel zweier gegenüber liegender Diheraeder-







flächen zu finden, weil der Einknick durch Verkümmern einer Fläche genau in die Endkante des Diheraeder gerückt sein kann. Durchwachsen die Individuen sich nicht, so hat bei der Ausfüllung der Querschnitt der Säule 4mal 117° und 2mal 126 Grad. Die beiden Individuen 2 und 3 sind in den Krystallen von Mies öfter schwach gegen 1, da sich nun der Winkel von 9° ausfüllt, so scheinen die quergestreiften Flächen h sich unter 126°, statt unter 117° zu schneiden.

Kaum härter als Kalkspath 3—4; Gew. 6,4—6,7. Farblos bis weiß, nur zufällig schwarz oder lasurblau. Diamantglanz oft in ausgezeichnetem Grade. Starke Strahlenbrechung 2. Optische Axen liegen (dem Arragonit nicht entsprechend) in der Axenebene a c und machen mit c einen Winkel von 2° 37′, unter sich also $5\frac{1}{4}$°.

Vor dem Löthrohr decrepitirt es sehr stark, wenn man sich aber auf Kohle aus großer Entfernung nähert, so wird es anfangs roth (Mennige), etwas stärker erhitzt bleibt zwar die Masse auch roth, wird aber beim Erkalten gelb ($\dot{P}b$), erst dann fängt es an zu schmelzen und reducirt sich gleich zu Blei, das verflüchtigt die Kohle mit gelber Bleiglätte beschlägt.

$\dot{P}b\,\ddot{C}$ mit 83,5 $\dot{P}b$, 16,5 $\ddot{C}$.

Ein kleiner Gehalt an kohlensaurem Silberoryd bis 0,1 p. C. rührt ohne Zweifel vom Bleiglanz. Interessant ist ein Gehalt von 7 p. C. kohlensaurem Zinkoryd (Zinkbleispath) ($\dot{P}b$, $\dot{Z}n$) $\ddot{C}$ vom Berge Pori bei Iglesias auf Sardinien. In kalter Salpetersäure wirft es nur wenige Blasen, löst sich aber vollkommen.

Weißbleierz ist ohne Zweifel ein Zersetzungsprodukt von Bleiglanz. Die Krystalle sitzen daher nicht blos auf angefressenem Bleiglanz auf, sind durch Bleimulm noch schwarz gefärbt (sogenanntes Schwarzbleierz), sondern die ganze Gangmasse zeigt ein zerfressenes Ansehen, ist durch Mangan- und Brauneisenocker dunkel gefärbt, wo diese Färbung fehlt, liegt häufig ein strohgelber Ocker (zerreibliche Bleierde), es ist Bleioryd, das zur Salzbildung nicht Kohlensäure genug fand. Nur der Quarz leistete der Zersetzung Widerstand, so zerfressen er auch aussehen mag. Einige meinen, die $\ddot{C}$ rührte von zersetztem Kalkspath her, doch sind gewiß auch kohlensäurehaltige Wasser nicht ohne Einfluß gewesen.

Krystalle finden sich besonders schön auf ockerfarbigem Quarz bei Freiberg (Isaak, Komm Sieg mit Freuden), früher auf der Grube Hausbaden bei Badenweiler, Friedrich Christian in der Schappach, Mies und Przibram in Böhmen auf Bleiglanz sitzend.

Stangenförmiges Weißbleierz ist besonders auf dem Ober-Harze bei Clausthal und Zellerfeld zu Hause: cylinderförmige Säulen mit kleinmuscheligem Querbruch und fasriger Längsstruktur, die Faser hat oft Seidenglanz und entspricht der Hauptaxe c der Krystalle. Auf der Grube Glücksrad im Schulenburger Zug bei Zellerfeld kamen sie vormals mit Malachit überzogen vor, doch dringt die smaragdgrüne Farbe nicht ein.

Bleierde ist nichts weiter, als eine von Weißbleierz durchdrungene Thon- oder andere Gebirgsart: solche wird im rothen Letten und Sand-

stein von Kall an der Röhr in der Eifel gewonnen, auf dem Harze wird die Grauwacke durchdrungen, auf der Grube Hausbaden kam das Erz im rothen Thon vor, der förmlich glänzt. Davon ist das schon oben genannte strohgelbe Pulver zu unterscheiden (zerreibliche Bleierde), welches neben Krystallen auf dem zerfressenen Quarz liegt, und nichts als Bleioxyd zu sein scheint, das etwas Kohlensäure angezogen hat.

Sehr bemerkenswerth sind die Doppelsalze mit $\ddot{C}$ und $\dddot{S}$ von Leadhills, die wir unten nach dem Bleivitriol anführen werden.

Carbonate überhaupt finden wir mit Hydraten nochmals bei den salinischen Kupfererzen, dann besonders bei den in Wasser löslichen Salzen, die alle zu dieser Reihe nicht gehören.

Krystallographisch erinnert an die Kalkspathreihe noch der Natronsalpeter $\dot{N}a\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{\bar{N}}}$ und das Rothgülden $\dot{A}g^3\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{S}b}$; an die Arragonitreihe der Kalisalpeter $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{\bar{N}}}$ und Bournonit $(\dot{P}b^2 + \dot{\bar{C}}u)\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{S}b}$.

Als seltene unwichtige Carbonate nenne ich hier **kohlensaures Silber** $\dot{A}g\,\ddot{C}$? (Grausilber) von der Grube Wenzel; **kohlensaures Wismuth** (Bismutit) Breithaupt Pogg. Ann. 53. 628 von Ullersreuth im Voigtlande, Afterkrystalle von schmutzig zeisiggrüner Farbe im verwitterten Spatheisenstein. Es scheint aus Wismuthglanz entstanden zu sein.

Schwefelsaure salinische Steine.

1. Gyps.

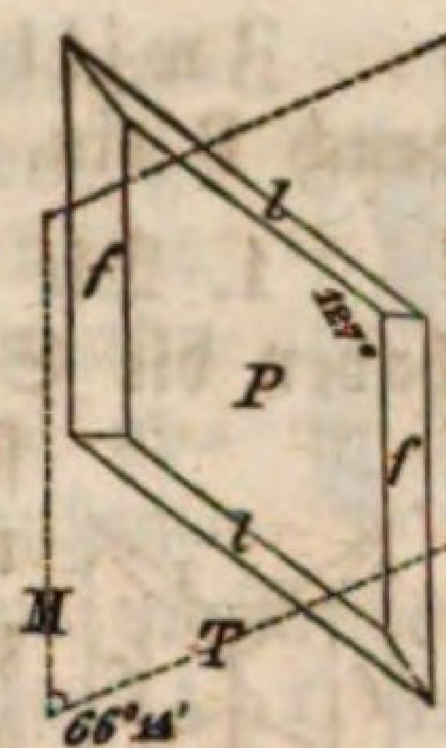
Γύψος Theophrast. *περὶ λιϑ.* 110, gypsum. Plin. hist. nat. 36. 59 „wird gebrannt und aus der Erde gegraben, angefeuchtet muß er sogleich benutzt werden, weil er schnell gesteht (coit).“ Ueber die Gleichheit des Steines mit unserm kann daher kein Zweifel sein.

Zwei- und eingliedriges Krystallsystem. Die späthigen Stücke zeigen dreierlei blättrige Brüche: der erste **Blätterbruch**

$P = b : \infty a : \infty c$ mit Perlmutterglanz, gibt an Deutlichkeit nur dem Glimmer nach und entspricht der Medianebene des Systems, daher stehen beide andere auf ihm senkrecht, nämlich 2) der **muschelige**

$M = a : \infty b : \infty c$ leicht erkennbar an dem Glasglanz, an der Sprödigkeit und den excentrischen Strahlen, welche von unregelmäßig zerstreuten Punkten ausgehen; 3) der **fasrige**

$T = \frac{1}{3}a' : c : \infty b$ mit Seidenglanz und gemeiner Biegsamkeit, und deßhalb unter allen dreien am schwersten darzustellen. M und T schneiden sich nach Hauy unter 113° 8′, Neumann berechnet 113° 46′. Die fetten Thonmergel der Juraformation (Orford) schließen um und um gebildete Krystalle, Hauy's Trapézienne ein, von außerordentlicher Schönheit, P bildet daran rhomboidische Tafeln von 127° 44′, deren scharfe Zuschärfung $f = a : b : \infty c$ den Säulenwinkel 111° 26′ macht, von dem man auszugehen pflegt, und deren stumpfe $l = c : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}b$ sich unter 143° 42′ schneiden (Weiß Abh. Berl. Akad. Wiss. 1821. 195 und 1834). An diesen Kry-



stallen liegen die drei Blätterbrüche, wie beistehende Zeichnung und ihre Axenausdrücke sagen: der muschelige M stumpft den vordern stumpfen Säulenkantenwinkel f/f ab, und der fasrige T nimmt hinten die scharfe Ecke weg. Häufig ist außerdem ein hinteres Augitpaar $n = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c$, deren stumpfer Winkel von 138° 28′ durch den fasrigen Bruch T abgestumpft wird. Gehen wir von den Winkeln

$$f/M = 55^0\,43'; \ \frac{a}{b} = tg\ 55 \cdot 43;$$

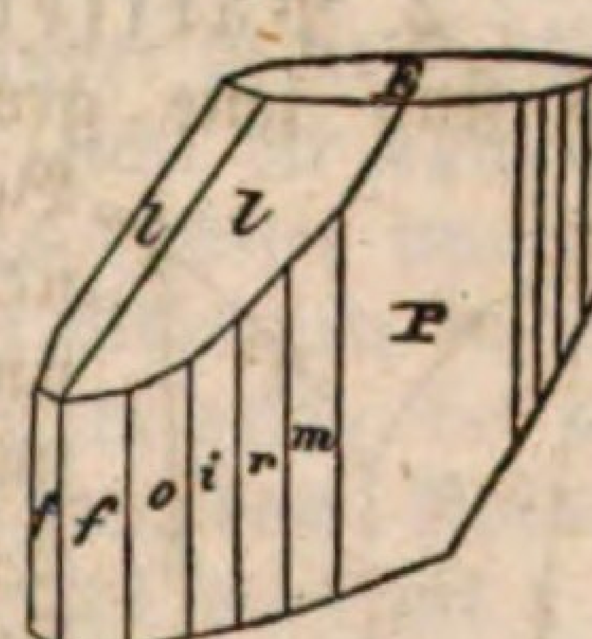
$$l/M = 71^0\,51'; \ \frac{b}{4a}\sqrt{(5 \pm k)^2 + a^2} = tg_0\ 71 \cdot 51;$$

$$n/M = 69^0\,14'; \ \frac{b}{4a}\sqrt{(3 \mp k)^2 + a^2} = tg_1\ 69 \cdot 14 \text{ aus:}$$

so findet sich $\mp k = 1 + \frac{tg_1{}^2 - tg_0{}^2}{tg^2} = -0{,}092$, der stumpfe Winkel $\frac{c}{a} = 90^0\,48'\,20''$ liegt daher auf der Vorderseite, und weicht kaum vom rechten ab.

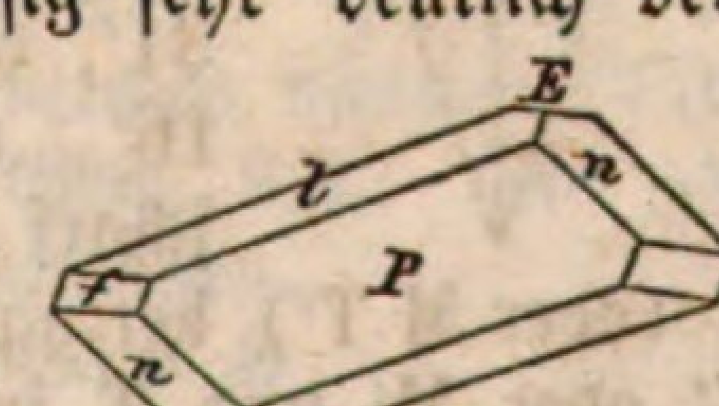
$$a : b : k = 6{,}577 : 9{,}648 : 0{,}0925 = \sqrt{43{,}26} : \sqrt{93{,}09} : \sqrt{0{,}0085}.$$
$$lga = 0{,}81805,\ lgb = 0{,}9844,\ lgk = 8{,}96614.$$

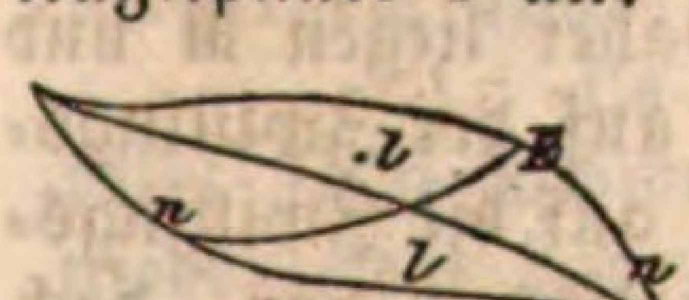
Die Krystalle aus den Salzgebirgen von Ber im Untern Wallis zeichnen sich nicht blos durch besondere Klarheit aus, sondern zeigen auch in der Säulenzone eine ganze Reihe meßbarer Flächen: $o = a : \frac{1}{2}b : \infty c$, $r = a : \frac{1}{3}b : \infty c$, $m = a : \frac{1}{4}b : \infty c$, zwischen r/o noch $i = a : \frac{2}{5}b : \infty c$ rc.

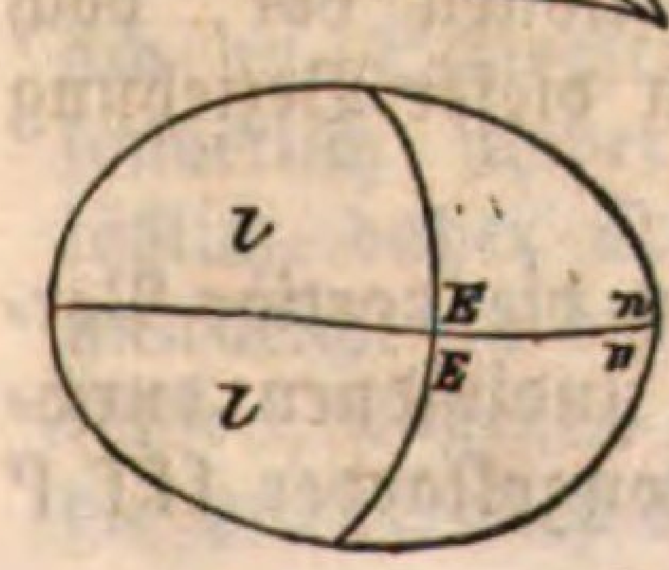


Bei verkürzten Säulen (Dürrenberg) entsteht eine förmliche gestreifte Kreislinie in dieser Zone. Dazu kommt auf der Hinterseite eine eigenthümlich gerundete Fläche $E = c : 3a' : \infty b$, die sich am Mont Martre, bei Berchtesgaden rc. zeigt, und die erste Veranlassung zur Linsenbildung gibt. In ihrer Diagonalzone liegen selten $u = 3a' : \frac{1}{4}b : c$ und $\omega = 3a' : \frac{3}{4}b : c$. In der Diagonalzone von T werden außer n noch $x = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{8}b : c$ und $s = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{12}b : c$ angegeben. Nehmen wir dazu $r = a : \frac{1}{4}b : c$, $k = \frac{1}{3}a : \frac{1}{12}b : c$ und die seltene Schiefendfläche $q = a : c : \infty b$, so sind das die wichtigsten bekannten Flächen. Die Bildung der

Linsenförmigen Krystalle läßt sich häufig sehr deutlich verfolgen. Zunächst verkürzt sich die Säule, man erkennt aber noch sehr deutlich P f l n, wiewohl die Augitpaare l und n schon eine starke Rundung angenommen haben, so findet man sie am Mont Martre bei Paris.



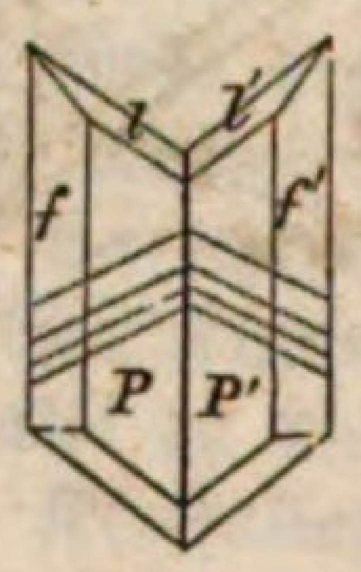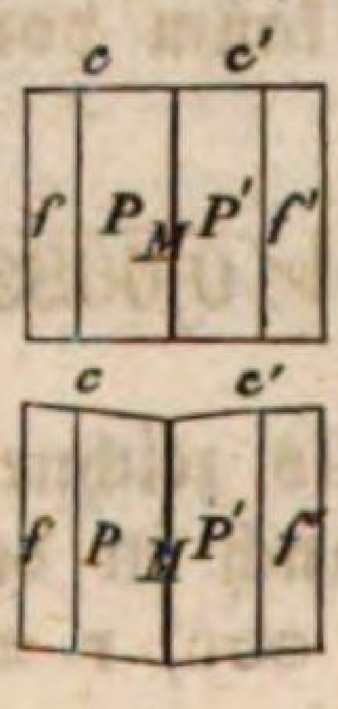




Dann aber verschwindet jede Spur von Säulenfläche, kaum bleibt in der Gegend von P bei unverletzten noch ein Schiller, die Buckel von c zeichnen sich aus, und von hier fällt dann die Linse nach allen Seiten hin schön gerundet ab. Sie kommen besonders instruktiv in den Mergeln der Baculitenschichten von Leneschitz an der Eger vor.

Zwillinge gibt es zweierlei, bei beiden spielt aber der Perlmutterbruch P ein. Am verbreitetsten finden sich

1. Die Zwillinge des Salzgebirges auf Drusenräumen: sie haben die Säule ff gemein und liegen umgekehrt. Gewöhnlich legen sie



sich sehr regelmäßig mit dem muscheligen Bruch M an einander, und da sie nun mit einem Ende aufwachsen, so ragt bald ein zweigliedriges Oktaeder, oder eine Gabel hinaus, die man gern mit einem Schwalbenschwanz vergleicht (Schwalbenschwanzzwillinge). Wenn man auch die feine Linie der Zwillingsgränze auf P leicht übersehen könnte, so leitet uns doch der fasrige Bruch T, welcher durch P durchscheint, und in beiden Individuen an der Zwillingsgränze plötzlich aufhört. Man findet häufig handgroße Platten, worin die Faserbrüche durch ihren Schnitt unter 132° 28′ noch deutlich die Zwillingsverwachsung anzeigen. Mitscherlich bediente sich dieser Krystalle auf ingeniöse Art (Pogg. Ann. 41. 213), um zu beweisen, daß sie durch die Wärme nach verschiedenen



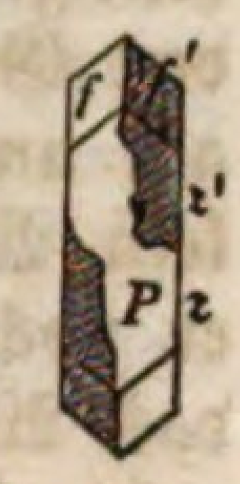
Richtungen sich verschieden ausdehnen: Er schliff eine Gradendfläche c daran, die senkrecht gegen P und f steht, erwärmt oder erkältet man nun, so kommt einerseits ein einspringender und andererseits ein ausspringender Winkel c c′. Wo? sagt die Abhandlung nicht. Bei 8° R. Temperaturdifferenz ändert sich der Winkel um 1½′. Dieß könnte nicht der Fall sein, wenn die Krystallsubstanz sich nach allen Richtungen gleich ausdehnte.

2. Pariser Zwillinge eingewachsen und nicht in Drusenräumen: es sind jene großen dem Optiker sowohl bekannten weingelben Linsen.



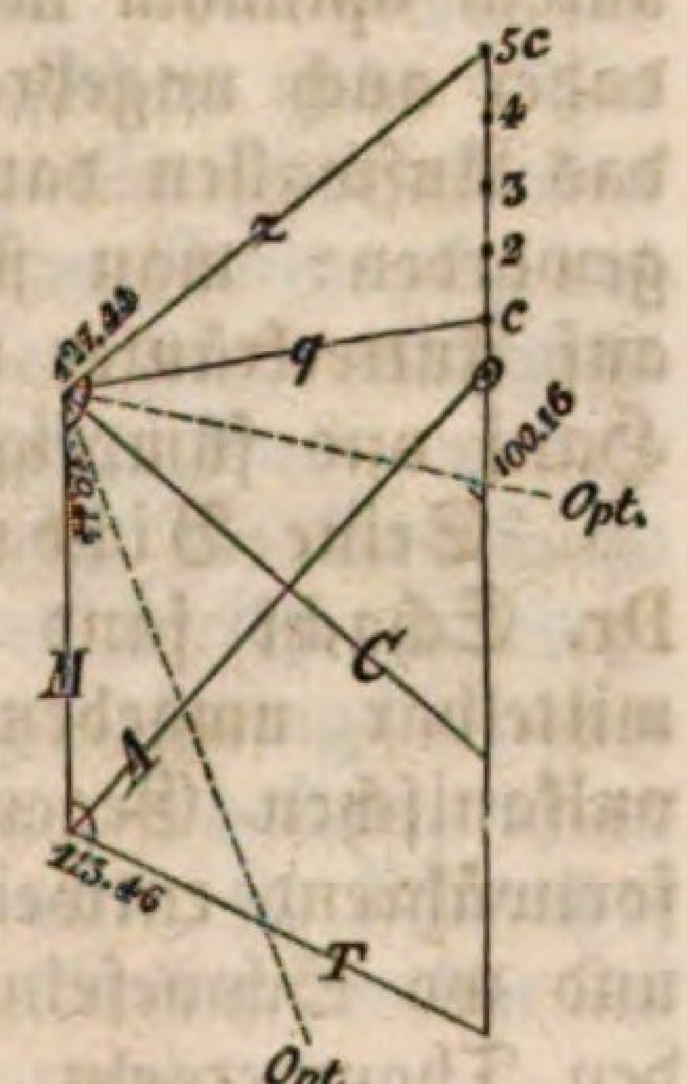
Bei ihnen spiegelt auch P ein, allein im Uebrigen haben sie nicht f/f, sondern das Augitpaar l/l gemein, die Abstumpfungsfläche z der stumpfen Kante dieses Paares bildet immer die scharf erkennbare Zwillingsgränze. f ist der zur Schneide gewordene Säulenrand, l und n die Region der Augitpaare. Das Hauptkriterium liefern jedoch die Lagen des muscheligen und fasrigen Bruchs, die man sich leicht an einem abgespaltenen Zwillingsblatt durch Querbruch verschaffen kann: der fasrige Bruch T schneidet die Zwillingsebene z unter einem Winkel von 118° 29′ oder 61° 31′, der muschelige M′ dagegen unter 127° 44′ oder 52° 16′, und zwar so oft der eine stumpf muß der andere scharf schneiden und umgekehrt, der Winkel zwischen M′ und T (oder M T′) beträgt also 189° 15′ oder 170° 45′, daher liegen M und T′ oder M′ und T in einer Flucht, die nur um 9° 15′ auf der Zwillingsgränze geknickt ist. Es kommen nun freilich in Beziehung auf die Zwillingsgränze und Größe der Individuen gar manche Modificationen vor, doch kommt man selten in Schwierigkeiten. Lehrreich sind in dieser Beziehung die Zwillinge von

Morl bei Halle an der Sale, wahrscheinlich in die dortige Porzellanerde eingesprengt, die um und um ausgebildeten Individuen durchwachsen sich so, daß an beiden Enden ein schönes Oblongoktaeder f f′ f′



entsteht. Nur mit Mühe finden sich die vollständigen Zwillingsgränzen. An der Stelle des Paares l lagert sich eine drusige Schiefendfläche $z = \frac{1}{5}a : c : \infty b$, die mit P eine Oblongsäule bildet.

Die optischen Axen liegen im Blätterbruch P. Neumann (Pogg. Ann. 27. 240) suchte zu beweisen, daß die thermischen, optischen und krystallographischen Axen rechtwinklig seien und zusammenfallen; unter optischen die Fresnel'schen Elasticitätsaxen verstanden. Aber dann muß man die drei neuen krystallographischen Axen A b C auf folgende Weise wählen:



Die Axe b bleibt wie vorhin, und steht wie immer senkrecht auf die Medianebene P, in welcher wie vorhin auch A und C liegen. Verzeichnen wir uns nun die Tafel der drei Brüche von $113^0\ 46'$, so macht die Kante $l/l = z = a : 5c$ mit M $127^0\ 44'$; die Schiefendfläche $q = a : c$ mit M $99^0\ 28'$ und halbirt man diesen Winkel, so gibt das die optische Mittellinie C, welche Neumann als seine krystallographische Hauptaxe nimmt. Sie liegt im scharfen Winkel des Rhombus MT, und macht mit dem muscheligen Bruche M $49^0\ 44'$ und mit dem fasrigen T $16^0\ 30'$. Zieht man nun A auf C senkrecht, so sind für $f = A : b : C$ die neuen Axen

$$A : b : C = 1{,}18 : 1{,}12 : 1.$$

$M = A : C : \infty b$, $T = \frac{1}{4}A' : C : \infty b$ 2c.

Der Winkel der optischen Axen beträgt 60^0, sie schneiden also C unter 30^0. Beim Erwärmen nähern sich jedoch beide gegen einander in ungleichem Schritt pag. 104. Mittelst dieses Schemas kann man leicht die optischen Axen auf dem Blätterbruche P finden, man darf die Blätter nur auf unsere Figur legen. Prachtvoll sind die Farben dünner Blättchen im polarisirten Licht pag. 109, einfarbig, wenn gleich dick, mehrfarbig bei ungleicher Dicke. Die Newtonianischen Farbenringe zwischen dem Blätterbruch P, nicht selten beweglich beim geringsten Druck, sieht man oft.

Härte noch nicht 2. Nimmt man eine geschnittene Schreibfeder leicht in die Hand, so bemerkt man deutlich, daß auf P parallel dem Faserbruch T die Feder nicht so stark wirkt als senkrecht dagegen. Gemein biegsam parallel dem fasrigen Bruch, und da er außerdem milde ist, so sind die Krystalle nach dieser Richtung oft auffallend gekrümmt. Parallel dem muscheligen Bruch ist er spröder, was man beim Zerbrechen dünner Blätter sehr deutlich merkt. Fühlt sich wenig kalt an. Gew. 2,3. Oft ganz wasserhell, Farben stets von sehr zufälligen Beimischungen.

$$\dot{C}a\,\dddot{S} + 2\,\dot{H} \text{ mit } 46{,}5\ \dddot{S},\ 32{,}6\ \dot{C}a,\ 20{,}9\ \dot{H}.$$

Gibt 18,6 Schwefel, so daß die Natur im Gyps den meisten Schwefel niedergelegt haben dürfte. Auf Kohle in der innern Flamme reducirt er sich zu Schwefelcalcium. Schmilzt wegen der dünnen Blättchen nicht sonderlich schwer zu einem weißen Email. In 450 Theilen Wasser löslich, daher Quellen der Gypsformation stets gypshaltig. In Alkohol unlöslich. Säuren, namentlich auch etwas Kochsalz, vermehren die Löslichkeit, dagegen ist Gyps in concentriter Sole nicht löslich, daraus werden die prachtvollen Krystalle in Höhlen des Steinsalzgebirges erklärlich: gyps-

haltige Wasser lösten das Salz, und die dadurch entstehende Sole konnte den Gyps nicht halten. Schon bei 109° R. gibt der Gyps alles Wasser ab, und erhitzt man ihn darüber, so brennt er sich todt, d. h. er nimmt kein Wasser wieder auf. Erhitzt man ihn darunter, etwa bis 90°, wo er noch ½ Atom Wasser hält, so nimmt er, mit Wasser gemischt, schnell das Wasser wieder auf, erhärtet und erwärmt sich dabei. Darauf beruht seine vielfache technische Anwendung. Die feinsten besonders zu Statuen brauchbaren Sorten liefert der blättrige farblose Gyps (omnium autem optimum fieri compertum est e lapide speculari Plin.), dieser kommt daher auch ungebrannt in den Handel. Man brennt ihn so lange, als das Aufwallen dauert. Neuerlich ist Gyps auch in der Oekonomie wichtig geworden: man streut ihn gepulvert roh oder besser gebrannt sparsam auf Futterkräuter (Klee, Lucerne, Esparsette), Lein und Hülsenfrüchte. Hanf und sumpfige Wiesen vertragen ihn nicht.

Seine Bildung findet sowohl auf trockenem als nassem Wege statt, Dr. Schacht fand sogar, daß in den Zellen, welche die Bastbündel unmittelbar umgeben, die häufigen Krystalle gewöhnlich Gyps seien. In vulkanischen Gegenden, wo Schwefelwasserstoff und schweflichte Säure fortwährend entweichen, kann es an Zersetzung der Kalkfelsen nicht fehlen, und wo Schwefelmetalle auf Erzgängen, besonders aber Schwefelkies in den Thonmergeln verwittern, tritt gern Gyps als Nebenprodukt auf. Doch spielt er auf Erzgängen als Ganggestein niemals eine Rolle, so schön andererseits die Krystalle in den Thonmergeln der Jura- und Kreideformation vorkommen, die lediglich dem dortigen Schwefelkies ihr Dasein verdanken dürften. Aber alles dieses sind verschwindende Mengen gegen die Stöcke und Lager sonderlich des Flözgebirges, könnten wir auch für den Urgyps mit eingesprengtem Glimmer im Glimmerschiefer der Alpen (Val Canaria) oder für die mit Serpentin vorkommenden Stöcke der Pyrenäen die Schwefelsäurequelle im Innern der Erde suchen, so muß doch wohl die große Menge der folgenden Lager gleich aus dem Meerwasser, woraus sie sich niederschlugen, ihren Schwefelsäuregehalt bezogen haben. In Amerika finden sich Gypslager mit Salz schon unter der Steinkohlenformation, bei uns ist der von großen „Schlotten" durchzogene Zechsteingyps am Rande des Harzes der älteste, dann hat aber auch der Buntesandstein, Muschelkalk und Keuper bedeutende Lager. In den Alpen und den Karpathen läßt sich das Alter nicht immer mit Sicherheit nachweisen, dagegen stellt sich im Tertiärgebirge nochmals eine ausgezeichnete, wenn auch sporadische Entwickelung ein.

Das Gypsgebirge ist nicht blos durch den Einschluß von Thierresten, besonders der Wirbelthiere, merkwürdig: Säugethierknochen bei Paris, Schildkröten am Hohenhöwen, Fischschuppen im Keupergyps ꝛc., woher auch der nicht seltene Gehalt an Bitumen erklärt werden könnte, sondern es bildet auch eine Fundgrube für ganz eigenthümliche Minerale: Boracit von Lüneburg, Arragonit und rothe Quarzkrystalle in Spanien und Südfrankreich, Bitterspath bei Hall, Schwefel, Cölestin ꝛc., und noch unbeantwortet ist die Frage, in welchem innern Zusammenhang er mit Anhydrit stehe.

Gypskrystalle schließen öfter bewegliche Wassertropfen ein. Sie tapeziren vor allem die Wände größerer und kleinerer Höhlen im Gyps-

gebirge aus, Wölbungen von mehreren Hundert Fußen Durchmesser findet man in den Alpen überkleidet, der kleinste Spalt reicht zu ihrer Bildung hin. Viele dieser Krystalle sind offenbar ganz neuern Ursprungs, denn in Bohrlöchern zu Wilhelmglück bei Hall am Kocher, die noch nicht über 30 Jahr alt sind, finden sich in den Räumen, wo die Sole im Gebirge stand, die schönsten Krystalle unter Verhältnissen, die es ganz außer Zweifel setzen, daß die Salzsole selbst erst die Veranlassung zu diesen Krystallbildungen gegeben hat. In den Dornsteinen der Saline Rehme oberhalb Preußisch-Minden kann man die Gypskrystalle von mehr als ½ Zoll Größe sehr deutlich erkennen. Riesige Krystalle füllen nicht selten große Spalten aus, prachtvoll sind in dieser Beziehung die schenkeldicken wasserhellen Zwillinge von Friedrichroda im Zechstein am Nordrande des Thüringer Waldes, die Flächen sind hier trotz der Größe scharf und meßbar, die Krystalle durch Druck oft auffallend gekrümmt. Dann nimmt aber die Deutlichkeit der Krystallflächen ab, höchstens zeigt die Oberfläche linsenförmige Rundung, so findet man sie in riesenhafter Größe in einer Muschelkalkspalte des Siweckenberges bei Quedlinburg, weingelb oder wasserhell erfüllen sie in verworrener Masse Theile der Spalten, man kann hier Blätter von mehr als Fuß Durchmesser bekommen, sie sind aber nicht ganz so hart und glasig, als die Pariser Zwillingslinsen, welche im Klebschiefer oder dichten Gypsgebirge eingesprengt vorkommen.

Fraueneis (Marienglas) heißen in der Volkssprache schon längst diese späthigen Massen. Da das Klare derselben ein Sinnbild der Keuschheit bot, so liebt man es, die Marienbilder damit zu schmücken, wie schon bei den Circensischen Spielen der Boden damit bestreut wurde „ut sit in commendatione candor.“ Ohne Zweifel das Fensterglas, lapis specularis (faciliore multo natura finditur in quamlibet tenues crustas Plinius hist. nat. 36. 45), das vorzugsweise aus Spanien kam, und 5′ Durchmesser haben konnte. Auch von ihm glaubten die Alten, daß es wie der Bergkrystall gefrorenes Wasser sein könnte, „denn wenn Thiere in solche Quellen fielen, so sei schon nach einem Jahre das Mark ihrer Knochen in den gleichen Stein verwandelt (hier schwebten dem Schriftsteller vielleicht die Kalkspäthe vor, welche man z. B. in den Markröhren bei Marathon findet) jetzt ertragen sie die stärksten Sonnenstrahlen.“ Er diente zu Bienenkörben, um die Bienen darin arbeiten zu sehen, l. c. 21. 47. Uebrigens verwechselten die Alten nicht blos den Glimmer damit, sondern alles was klar und blättrig war, namentlich Kalkspath und Schwerspath. So scheint Plinius l. c. 36. 45 schon den Schwerspath von Bologna (in Bononiensi Italiae etc.) als Gyps gekannt zu haben. Agricola deutet das griechische σεληνίτης (Mondstein) auf Gyps, und Plinius hist. nat. 37. 67 sagt: Selinitis ex candido tranlucet melleo fulgore, das könnte wohl auf die beim Gyps so häufige weingelbe Eisenfärbung anspielen, aber von einer Sicherheit kann bei solchen Deutungen entfernt nicht die Rede sein. Doch haben sich Viele über die Deutung des Namens den Kopf zerbrochen.

Fasergyps kommt besonders gern plattig vor, die Platten durchschwärmen das Gestein auch wohl nach verschiedenen Richtungen. Parallel der Faser sieht man oft noch den ersten Blätterbruch P, ja in der Dauphiné finden sich handhohe Platten, woran der muschelige Bruch noch

schief die Faser schneidet, so daß die Faser ohne Zweifel mit der Bildung des fasrigen Bruchs T in engster Beziehung steht. Wird die Faser fein, so nimmt sie den schönsten Seidenglanz an (Nordhausen, der Keuper der Schweiz ꝛc.), zu Perlen geschliffen zeigen diese wie das Katzenauge einen innern beim Drehen beweglichen Lichtschein. Der Querbruch senkrecht gegen die Faser ist matt. Uebrigens findet man in denen von schneeweißem Schiller blättriges farbloses Fraueneis, das seine Hauptaxe gern der Faser parallel stellt, und in diesen Fällen werden auch die Krystalle mit vom Schiller ergriffen. Als Federweiß im gemeinen Leben häufig mit Asbest verwechselt.

Alabaster (ἀλαβαστρίτης Theophrast.). Darunter versteht man heutiges Tages hauptsächlich jene schneeweißen feinkörnigen bis dichten Gypsmassen, die besonders schön am Fuße der Schweizerberge vorkommen, noch heute werden sie in Italien vielfach verschliffen, vorzüglich der Genuesische. Im Alterthum diente er vorzugsweise zu Salbenbüchsen. Besonders schön sind die durch Eisenoxyd blaßroth gefärbten. Viel weicher als Marmor, aber auch zerbrechlicher. Hier schließen sich dann die dichten Gypsfelsen aller Art an, durch Thon und Bitumen (im Zechstein) dunkel gefärbt, auch wohl mit Säuren brausend, wie der feinkörnige Pierre à plâtre von Paris mit 7,6 $\dot{C}a\,\ddot{C}$, 3,2 Thon, der aber gerade wegen dieses Gehaltes ein so vortreffliches technisches Material gibt. Uebrigens ist mit diesen Gebirgsmassen der Anhydrit auf das Mannigfaltigste verbunden.

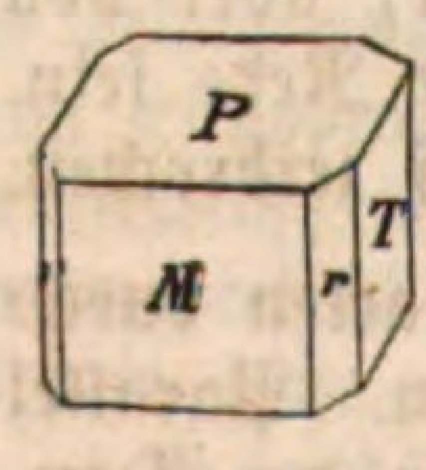
Schaumkalk pag. 317 aus dem Zechstein gleicht einem gebrannten blättrigen Gypse, besteht aber aus reinem kohlensaurem Kalk, und ist wohl ohne Zweifel eine Afterbildung.

In den Salzpfannen von Wilhelmsglück sondert sich der Gyps (und Anhydrit) körnig ab. Auch kommt er erdig, gekrösförmig, in Kugeln ꝛc. vor.

2. Anhydrit.

Der Name „wasserfrei" ist im Gegensatz von Gyps sehr bezeichnend. Nach Fichtel (Mineral. Aufsätze. Wien 1794. pag. 228) kannte schon der Abt Poda die späthigen Sorten von Hall in Tyrol. Mit Salz zusammen dort vorkommend, hielt man sie deshalb für salzsauren Kalk, daher Muriacit. Wegen des Würfelbruchs nannte sie Werner anfangs Würfelspath, Hausmann Karstenit.

Zweigliedriges Krystallsystem, denn die Stücke zeigen deutlich dreierlei blättrige Brüche, die sich unter rechten Winkeln schneiden. Bei aufmerksamem Studium kann man diese selbst von Bruchstücken mit Sicherheit unterscheiden. Folgen wir Hauy (und nicht Miller Pogg. Ann. 55. 525), so ist der



1ste Blätterbruch T = b : ∞a : ∞c durch seinen schwachen Perlmutterglanz und die Menge Neuton'scher Farben leicht zu erkennen, er ist so deutlich als beim Cyanit und hat auch ähnliche Querstreifen parallel Axe a. Der

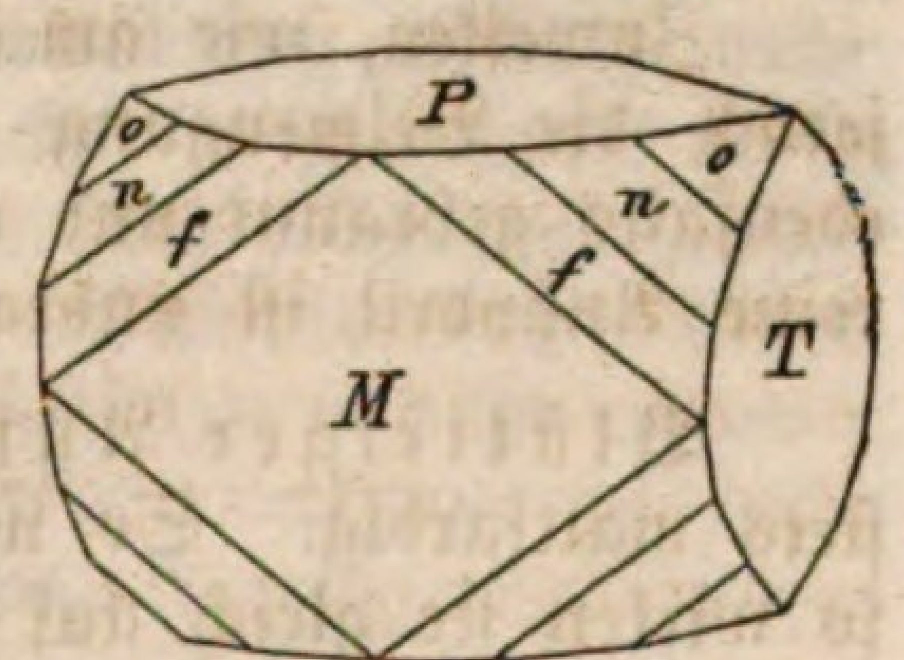
2te Blätterbruch P = c : ∞a : ∞b, die Gradendfläche, ist ebenfalls parallel a gestreift, hat aber nur Glasglanz. Man kann zwar bei kleinen Stücken in augenblicklichen Zweifel

gerathen, allein im Ganzen gewinnt er beim Zerschlagen nicht die Breite, wie der erste. Der

3te Blätterbruch M = a : ∞b : ∞c tritt in den Krystallen immer als matte Fläche auf, was ihn sehr auszeichnet, springt auch noch sehr platt weg, zeigt aber keine Streifung. Schon der feine Beobachter Hauy bemerkt auf dem 2ten Blätterbruch P, wenn man quer durchsieht, öfter sehr deutliche Streifen, die sich ungefähr unter 100° und 80° schneiden, sie entsprechen ohne Zweifel versteckten blättrigen Brüchen der rhombischen Säule r = a : b : ∞c, deren vorderer stumpfer Winkel durch die matte M, und deren scharfer durch den 1sten Blätterbruch T gerade abgestumpft wird. Man findet diese Säule recht ausgezeichnet bei den oft mehr als Zollgroßen blaurothen Krystallen von Hallein (?), dort geben sie mit dem Handgoniometer den Winkel 104°, Hausmann Pogg. Ann. 83. 572 gibt sogar bei Andreasbergern 150° an, und Miller will nur 96° 36′ gemessen haben.



Doch dürften ohne Zweifel alle nur diese Hauptfläche bei ihren Messungen gemeint haben. Hauy beschreibt nun außerdem eine seltene Varietät progressive mit PMT und 3 Oktaedern o = a : b : c, n = b : c : ½a, f = b : c : ⅓a *) Die Krystalle dehnen sich häufig nach der Axe a strahlenförmig aus (Berchtesgaden), so daß die matte M als Gradendfläche erscheint.



Die optischen Axen liegen nach Miller im ersten blättrigen Bruch (T) und machen mit der Normale auf die matte M einen Winkel von 21° 46°, das würde mit der Lage beim Schwerspath stimmen, wo auch ac die Ebene der optischen Axe und a die Mittellinie bezeichnen. Nach Soret soll P/M die Mittellinie und P die Ebene der optischen Axen sein. Stark diamagnetisch.

Reichlich Kalkspathhärte, Gew. 2,9. Etwas feuchten Glasglanz und trübe zufällige Farben, worunter sich besonders die licht smalteblaue Farbe auszeichnet, die von einem kleinen Bitumengehalt herzurühren scheint.

Vor dem Löthrohr wird er nicht schnell weiß wie Gyps, schmilzt aber zuletzt ebenfalls zu Email, denn er besteht aus $\dot{C}a\,\dddot{S}$ mit 58,5 $\dddot{S}$, worin 23,4 Schwefel enthalten. Anhydrit, besonders pulverisirt, hat Neigung Wasser aufzunehmen, sich also in Gyps zu verwandeln. Man ist daher ziemlich allgemein der Ansicht, daß der meiste Gyps im Gebirge durch Aufnahme von Wasser aus Anhydrit entstanden sei. Der Anhydrit selbst sei gerade wegen seines Wassermangels auf heißem Wege entstanden. Erweisen läßt sich das aber nicht, denn wenn im Innern des Salzgebirges das Gypsgestein häufig in Anhydrit übergeht und sich damit auf das mannigfachste mischt, so könnte man eben so gut die Erklärungsweise

*) Es kommt bei der Darstellung nicht auf die Winkel, sondern auf die richtige Orientirung der Flächen an. Miller orientirt die Flächen anders als Hauy, denn es scheinen (Pogg. Ann. 55. Tab. 2. Fig. 33) seine Buchstaben onf die gleichen Oktaeder wie bei Hauy bedeuten zu sollen, ebenso auch pm und f, dann aber hält er m für den 1sten und p für den dritten, das widerspricht dem Hauy. Entweder hat also Hauy oder Miller in der Orientirung geirrt. Mir scheint der Irrthum auf Millers Seite zu liegen.

umdrehen, und den Gyps als das ursprüngliche Wassergebilde ansehen, welcher durch das lange Lagern in der früher viel höhern Erdwärme langsam sich gebrannt und Wasser abgegeben hat. Uebrigens scheint es noch gar nicht so ausgemacht, ob der schwefelsaure Kalk sich aus dem Wasser unter allen Umständen wasserhaltig niederschlagen müsse, denn Johnston fand, daß in einem Dampfkessel, der unter einem Druck von 2 Atmosphären arbeitete, sich schon Krystalle von $\dot{Ca}\dddot{S} + \frac{1}{2}\dot{H}$ bildeten, und in der Chemie gibt es gar manche Beispiele, wo Nebenumstände auf den Wassergehalt eines Salzes den wesentlichsten Einfluß haben. Merkwürdiger Weise scheint auch der Pfannenstein, welcher sich beim Salzsieden niederschlägt, Anhydrit zu sein, denn Prof. Fehling (Württ. Jahresh. 1849. 37) fand in den Sudpfannen von Hall bei einem Gehalt von 63 $\dot{C}\dddot{S}$ noch nicht 3 p. C. $\dot{H}$, und da zugleich 14,3 $\dot{Na}\dddot{S}$ darin vorkommt, das zu seiner krystallinischen Constituirung auch des Wassers bedarf, so kann das kein Gyps sein.

Zuweilen, wie am Harze, ist der Gyps mit Anhydrit gemengt, wenn jedoch die Beimengung gewisse Portionen nicht übersteigt, so kann er ebenfalls gebrannt und ohne sonderlichen Nachtheil benutzt werden. Der reine Anhydrit ist unbrauchbar.

Blättriger Anhydrit, grau, schneeweiß, röthlich, bläulich, aber stets mattfarbig. So wie sie jedoch nur einigermaßen stark gefärbt sind, so wirken sie gleich auf das Dichroskop. Besonders reich sind die Alpinischen Salzwerke: Bex, Berchtesgaden, Hallein ꝛc., wo sie der Bergmann lange vor den Gelehrten als schuppigen Gyps unterschied. Auf Erzgängen finden sie sich nur selten (Andreasberg, Kapnik), zuweilen sogar in den Somma-Auswürflingen.

Körniger Anhydrit zeigt einen eigenthümlichen feuchten Glasglanz, und selbst in dicken Stücken noch Durchscheinenheit, wie z. B. die grauen von Tiede bei Braunschweig, Bex, Vulpino östlich Bergamo (Vulpinit). Dieselben haben ganz das Korn des Statuenmarmors, und werden noch heute in Italien von Künstlern als Marmo bardiglio di Bergamo verbraucht. Plinius hist. natur. 37. 46 erwähnt eines Phengites (Leuchtstein), von der Härte des Marmor, weiß und durchscheinend, woraus Nero der Fortuna einen Tempel bauen ließ, der bei verschlossenen Thüren durch die Mauersteine Licht fallen ließ. Schon Agricola nat. foss. VII. 631 scheint diesen für körnigen Anhydrit gehalten zu haben, und die Ansicht hat allerdings große Wahrscheinlichkeit. Werner nannte blos den smalteblauen Anhydrit, und hier genoßen die aus den Salzbergwerken von Sulz am obern Neckar, auf welche Rösler 1801 die Aufmerksamkeit lenkte, eines besondern Rufes (Dr. Lebret, dissert. inaug. syst. examen phys. chem. gypsi caerulei Sulzae ad Nicrum nuper detecti. Tubingae 1803). Sie kommen im dortigen Salzthon in Platten von mehreren Fuß Durchmesser vor, aber nur nesterweis. Die schöne blaue Farbe schießt leider leicht ab, kommt aber in vielen Gegenden nesterweis vor, und erinnert sehr an die gleiche Farbe des Cölestins.

Dichter Anhydrit, in derben Massen, matt mit feinsplittrigem Bruch, meist grau und mit dichtem Fluß verwechselbar. Sehr eigenthümlich ist der Gekröstein von Wieliçka und Bochnia, im reinen Steinsalze

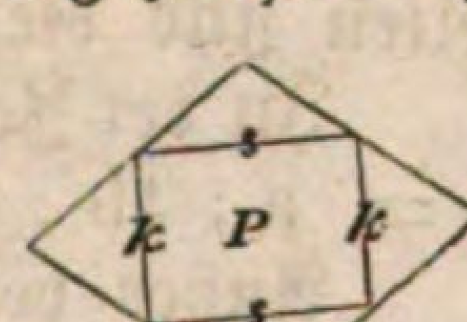


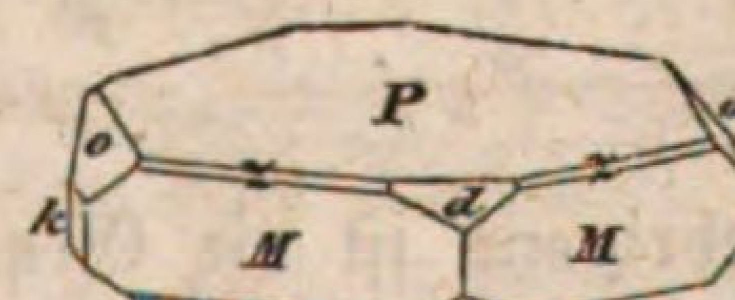
oder Salzthone sich ausscheidend. Eine blaßblaue dichte Substanz, die sich entweder kugelig zusammenzieht, oder faltige schnirkelförmig gekrümmte Platten bildet. Sie erinnern an den sogenannten Schlangenalabaster im Zechsteingyps des Harzes, der vielleicht ursprünglich auch Anhydrit war. Eine Spur von Faserung ist zwar da, aber dieselbe spricht sich doch nicht sicher aus, wie überhaupt fasrige Anhydrite zu den größten Seltenheiten gehören, denn die rothen von Berchtesgaden und Ischl sind mehr strahlige Krystalle, als eigentliche fasrige Bildungen.

3. Schwerspath.

Ist ein alter passender bergmännischer Name, denn das Mineral ist auf Erzgängen so häufig, daß es nicht übersehen werden konnte, daher sagt schon Henkel in seiner Pyritologia, es gebe so „schweren Spat, daß man einen metallischen Cörper fast gewiß darinnen vermuthen sollte.“ Wie Plinius so stellte Wallerius ihn wegen seiner Blättrigkeit zum Gyps, Cronstedt um so mehr, weil er darin die Schwefelsäure bereits erkannte. Als nun aber Bergmann 1781 die Baryterde darin entdeckte, so wurde er von Romé de l'Isle als Spath pesant ou séléniteux schon gut beschrieben. Häufig heißt er kurz Baryt.

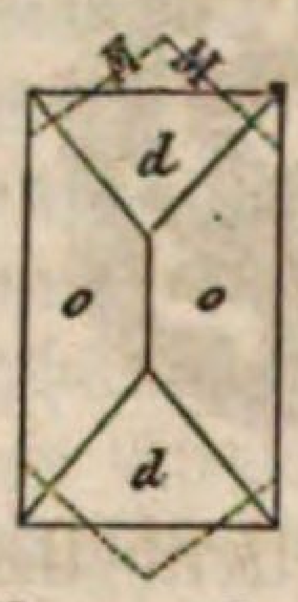
Zweigliedriges Krystallsystem mit großer Neigung zur Tafelbildung, immer leicht erkennbar an seinem dreifach blättrigen Bruch. Der 2te und 3te Blätterbruch $M = a : b : \infty c$ bilden eine rhombische Säule von $101^0\ 42'$, gegen welche der 1ste Blätterbruch $P = c : \infty a : \infty b$ rechtwinklig steht. Dieser sondert sich häufig schaalig ab, was seine Erkennung erschwert, und dadurch entstehen auf dem 2ten und 3ten Blätterbruch oft Sprünge, die nicht einander parallel gehen. Die einfachen Tafeln PM, Hauy's Primitivform, finden sich besonders ausgezeichnet zu Ungarn, Schemnitz, Felsöbanya, ohne Spur einer andern Fläche. Durch gerade Abstumpfung der scharfen Kante $k = b : \infty a : \infty c$ entstehen auf dem Pacherstollen bei Schemnitz einfache sechsseitige Tafeln, ebenso wird durch die Abstumpfung der stumpfen Kante $s = a : \infty b : \infty c$ eine andere sechsseitige Tafel erzeugt. Aeußerst selten herrschen k und s mit P allein, dann entständen Oblongtafeln. Fläche k findet sich häufiger als s, aber beide gewöhnlich untergeordnet. Dazu treten dann Paare: auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt $o = b : c : \infty a$ bildet in b den stumpfen Winkel $105^0\ 30'$, auf die stumpfe $d = 2a : c : \infty b$ bildet in a $77^0\ 51'$, auch stumpft das Oktaeder $z = a : b : c$ nicht selten, wenn auch ganz fein, die Kanten P/M ab. Aber trotz aller Abstumpfungen bleiben die Tafeln MMP noch so vorherrschend, daß man sich leicht zurecht findet. Legt man die Winkel $M/M = 101^0\ 42'$ und $o/o = 74^0\ 30'$ in c zu Grunde, so kommt



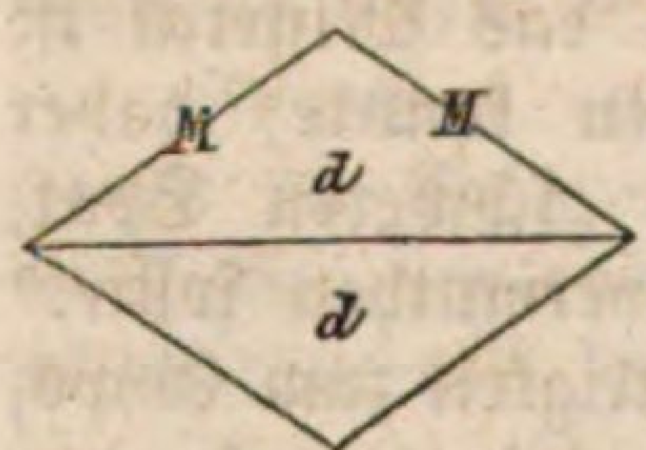


$$a : b = \sqrt{0{,}3832} : \sqrt{0{,}5782},\ la = 9{,}79174,\ lgb = 9{,}88105.$$

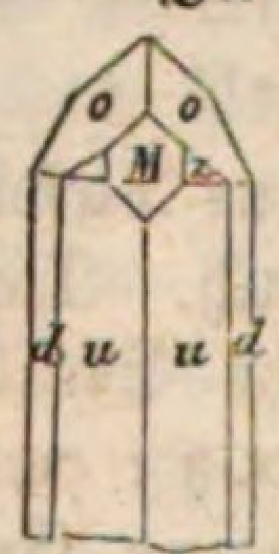
Die Flächen M bekommen nur selten eine etwas größere Ausdehnung, doch findet man zuweilen solche im Jurakalke der schwäbischen Alp. Dagegen dehnen sich oftmals die Paare o und d zu Oblongoktaedern, wie z. B. die großen gelben Krystalle von Roure (Puy-de-Dôme), die Flächen P stumpfen daran die Endecken, und MM die Seitenecken ab, und der stumpfe Säulenwinkel liegt wie die scharfe Seitenkante d/d des Oblongoktaeders. Fläche o hat meist das Uebergewicht über d, und daher entsteht eine geschobene Säule o/o von 74⁰ 30′, auf deren scharfe Kante das Paar d aufgesetzt ist. Doch kann auch umgekehrt d sich zu langer Säule entwickeln. Wenn P herrscht, wie auf der Grube Fabian bei Marienberg, Schriesheim im Odenwald, oder wie in den prachtvollen fußlangen und breiten Krystallen von Dufton ꝛc., so entstehen Oblongtafeln, worin durch Sprünge sich die Blätterbrüche M verrathen, wornach man sich orientirt.



Eine andere seltenere Art Oblongoktaeder (Horzewitz in Böhmen) entsteht durch Ausdehnung von d und M, es macht sich vorzugsweise d als Säule von 102⁰ 9′ geltend, auf deren scharfe Säulenkante der Blätterbruch M aufgesetzt ist, die Sprünge verrathen M gleich, P stumpft die stumpfe Säulenkante d/d ab. Dagegen herrschen o und M, wie beim Cölestin, selten beim Schwerspath.



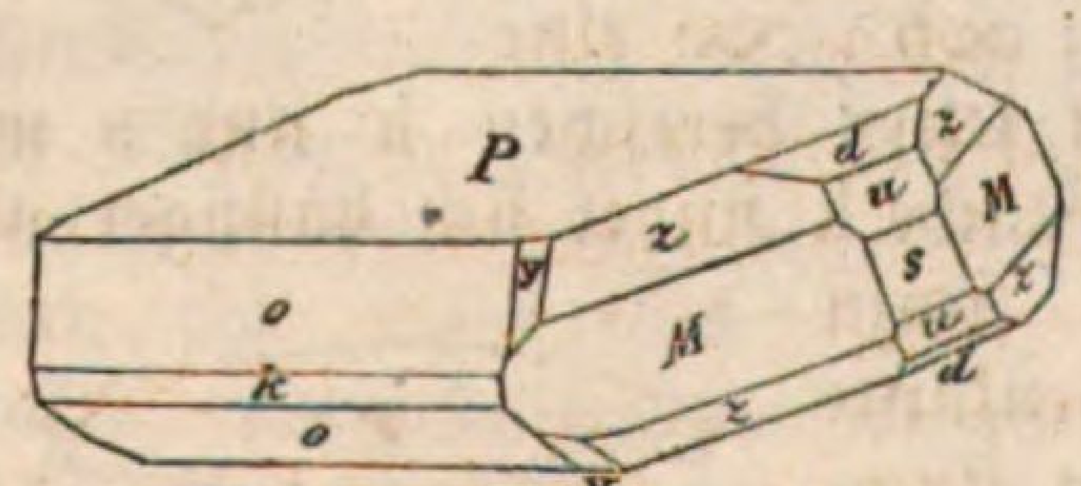
In der Zone der Axe b herrschen häufig außer d noch mehrere Paare m = 4a : c : ∞b, r = 5a : c : ∞b, endlich auch das zugehörige Paar u = a : c : ∞b 116⁰ 28′, welches sich bei den wasserhellen Krystallen von Westphalen zu langen Arragonitartigen Säulen entwickelt, dessen scharfe Kanten P abstumpfen würde, woraus die Lage von M auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt folgt. Trotz der kleinen Oktaederflächen z bemerkt man doch sehr deutlich, daß u M o in eine Zone fallen, also ein zweigliedriges Dodekaid bilden.



In der Zone der Axe a herrscht meist blos das zugehörige Paar o, selten sind die Flächen ε = 2b : c : ∞a und p = ½b : c : ∞a.

In der Zone der Axe c kommen mehrere Säulen vor: t = a : ½b : ∞c, l = a : ⅓b : ∞c, b : ⅓a : ∞c, 2a : 3b : ∞c.

Außer dem Hauptoktaeder z findet sich häufig y = 2a : b : c, die Kante zwischen o und z abstumpfend, wie beistehender kleiner Krystall aus der Kammer eines Ammonites amaltheus gigas des mittlern Lias beweist. Ueber z gibt außerdem Haüy ϑ = a : b : ½c und f = a : b : ⅔c an, anderer seltener nicht zu erwähnen.



Uebrigens ist die Gruppirung der Flächen ganz wie bei Cölestin und Vitriolblei, die man zur gegenseitigen Erläuterung benutzen kann.

Die optischen Axen (Pogg. Ann. 82. 435) liegen (schon nach Biot) in der Ebene a c, doch ist nicht Axe c, sondern die kurze vordere Seitenaxe a die optische Mittellinie, mit welcher sie 19⁰, also unter sich 38⁰ machen. Genaueste Untersuchungen stellte Heusser an, Pogg. Ann. 87. 458. Positive Doppelbrechung. Auf das Dichroskop wirken namentlich die gelben aus der Auvergne, das eine Bild wird auf Kosten des andern ganz

saffrangelb, die himmelblauen von Naurod bei Wiesbaden sollen auch stark wirken.

Gew. 4,48, Härte 3—4. Glasglanz und farblos, weiß, grau, gelb, fleischroth, smalteblau, aber stets nur blasse Farben. Die Fleischrothen kann man leicht mit Feldspath verwechseln.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer, leuchtet stark, färbt die Flamme gelblich grün, und reducirt sich zu Schwefelbarium.

$\dot{Ba}\,\dddot{S}$ mit 65,6 Baryterde, 34,4 $\dddot{S}$.

In Wasser, Säuren und Alkalien gänzlich unlöslich, daher bildet Chlorbaryum ein so empfindlich Reagenzmittel auf Schwefelsäure, und doch haben wohl alle Schwerspäthe sich nur auf nassem Wege gebildet. Man findet sie hauptsächlich als Gangmittel von großer Mächtigkeit. Die Grube Clara im Rankachthal (Nebenbach der Kinzig) auf dem Schwarzwalde baut auf einem Gange von 20′—24′ Mächtigkeit, der durch Gneus in den Bunten Sandstein aufsetzt. Das schneeweiße Mineral wird zur Versetzung des Bleiweiß benutzt. Besonders lieben die Kobald-, Manganerze, und das gediegene Silber dieses Ganggestein. Zu Schemnitz in Ungarn durchdringt das so leicht schmelzbare Grauspießglanz und Rauschroth die schönsten Schwerspathtafeln, so daß dort eine Bildung auf heißem Wege zur Unmöglichkeit wird. Dazu kommt noch das häufige Auftreten von krystallinischen Massen in Kammern von Ammoniten, man zerschlägt wenige Ammonites angulatus, arietis, amalthei etc. des Lias vergeblich nach ihnen, selbst in den Terebrateln des braunen Jura habe ich die schönsten Krystalle gefunden. Baryterdehaltig sind ferner ganze Schichtensysteme des Keuper und Buntensandstein, so daß wir nach der Quelle der Schwererde nicht weit zu suchen haben. Eigentliches Versteinerungsmittel von Petrefakten ist Schwerspath selten, er tritt meist wohl nur in die hohlen Räume, welche die Petrefakten früher einnahmen. Auch bei Afterkrystallen spielt er keine sonderliche Rolle, obgleich beschrieben werden. Wie man sich den Absatz chemisch zu denken habe, ist noch Problem, vielleicht ist er gleich als Schwefelsaures Salz hingeführt, denn absolut unlöslich ist wohl keine Substanz.

Krystalle bildeten sich überall, wo die Masse nur Platz hatte zum freien Anschuß, wenigstens ist die Masse späthig, doch zeigt der erste Blätterbruch häufig Neigung zum Krummen, was vielleicht auch mit der vorherrschenden Tendenz, Tafeln zu bilden, in innerm Zusammenhange steht. Je dünner die Tafeln, desto lieber stellen sie sich auf die Kante, dieß hat auch wohl Naumann bewogen, von der Hauy'schen Stellung abzuweichen, und u als die Säule, folglich b als die Hauptaxe zu wählen. Allein wenn man einmal abweichen will, so scheint es besser a als Hauptaxe zu wählen, damit die optische Mittellinie (wie gewöhnlich) damit zusammenfalle. Die Tafeln gruppiren sich zu halbkugeligen Rosetten, die sich auf das Mannigfaltigste in einander verschränken, aber in diesen Verschränkungen immer Buckel erzeugen. Es war dieß Werner's „krummschaliger Schwerspath“, kammförmiger des l'Isle, linsenförmiger des Linné. Oft nur von Papierdicke gruppiren sie sich wie Tropfen auf Flußspath, kommen auch leicht ziegelroth gefärbt in den dolomitischen Steinmergeln des Keuper vor.

Der graue Bologneser Spath aus dem Thone des Monte Pa-

terno bei Bologna hatte bei den ältern Mineralogen einen gewissen Ruf erhalten, seit ein Schuster 1604 daselbst entdeckte, daß er mit brenzlichen Substanzen geglüht in der Finsterniß leuchte, besonders wenn er vorher vom Sonnenlichte beschienen ist. Man setzt das Pulver mit Tragantschleim gemischt einer schwachen Rothglühhitze aus. Der berühmte Daguerre füllte gestoßenen Schwerspath in vorher entfettete Markröhren und glühte sie mehrmals in starker anhaltender Hitze. Er bekam dann eine schwefelfarbige Masse, die das ganze Zimmer erhellte, leider verminderte sich die Empfindlichkeit schon nach 48 Stunden sehr bedeutend (Pogg. Ann. 46. 612). Es sind geodenförmige Ausscheidungen, einige sehr späthig, doch neigen sie sich meistens in auffallender Weise zum Fasrigen, die Faser strahlt vom Innern der Kugel nach allen Seiten, senkrecht gegen die Faser scheint meistens der blättrige Bruch P zu liegen, gern krummschalig werdend, und die beiden blättrigen Brüche M gehen der Faser parallel. Ein kleiner Gehalt an schwefelsaurem Kalk (3—4 p. C.) ist wohl unwesentlich. Von dieser Faser verschieden ist

der Stangenspath Werner's von Lorenz Gegentrum an der Halsbrücke bei Freiberg. Dieß sind gestreifte Säulen nach der Axe a ausgedehnt, den Streifen geht P parallel, und die Blätterbrüche M bilden am Ende ihre stumpfe Kante. Sie haben manchmal starken Seidenglanz, und könnten dann leicht für stangenförmiges Weißbleierz pag. 359 gehalten werden.

Wenn die Masse ganz feinfasrig wird (fasriger Schwerspath), so nimmt sie eine ausgezeichnete Glaskopfstruktur an (Chaude-fontaine bei Lüttich, Neu-Leiningen in der Rheinpfalz), aber selbst in diesen ist der Blätterbruch oft noch gut zu erkennen, er scheint die Lage wie beim Stangenspath zu haben. Die Farbe gewöhnlich nelkenbraun wird durch Verwitterung an der Oberfläche weiß, und zerfällt dann leicht zu

Schwerspatherde, die wie Bergmilch aussieht, aber durchaus nicht braust. Sie kommt gern auf Erzgängen vor (Freiberg, Derbyshire, auf dem Silberekel bei Hohengeroldseck 2c.), und läßt trotz des Erdigen ihre concentrisch schalige und fein fasrige Struktur oft noch deutlich erkennen. Andere Erde entsteht aus dem dichten Schwerspath mit splittrigem Bruch. Zuweilen kommt er auch in zuckerkörnigen Massen vor (Aschaffenburg) von feinem Korn wie carrarischer Marmor, aber nicht von der Weiße. Gewöhnlich zeigen sich jedoch die derben Massen etwas krummblättrig auf P und strahlig nach M: so kommen sie besonders von schöner fleischrother Farbe auf den Kobaltgängen des Schwarzwaldes vor, ziehen sich zuweilen auch ins blumig blättrige.

Hepatit hat man dunkelfarbige bituminöse von den Kongsberger Silbergängen und aus dem Alaunschiefer von Andrarum in Schonen genannt.

Dreelit Dufrénoy von der verlassenen Grube Nussière bei Beaujeu Dep. Saône-et-Loire hat 9,7 $\ddot{S}i$, 8 $\dot{C}a\,\ddot{C}$, 14,3 $\dot{C}a\,\dddot{S}$, 61,7 $\dot{B}a\,\dddot{S}$, hält man die erstern Substanzen für unwesentlich, so kann man ihn für 3 $\dot{B}a\,\dddot{S} + \dot{C}a\,\dddot{S}$ ansehen. Er hat nach den Sprüngen zu urtheilen drei Blätterbrüche, die sich unter 93^0—94^0 schneiden sollen, also auf ein Rhomboeder hinweisen würden, was mindestens sehr unwahrscheinlich ist. Wenn man be-

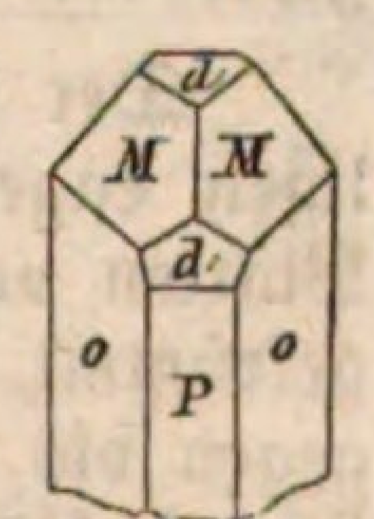
denkt, wie leicht man Schwerspath im Ansehen mit Kalkspath verwechselt, so warte man bessere Stücke ab. Die Sache könnte auch hier wieder wie beim Junckerit gehen, pag. 354.

4. Cölestin Wr.

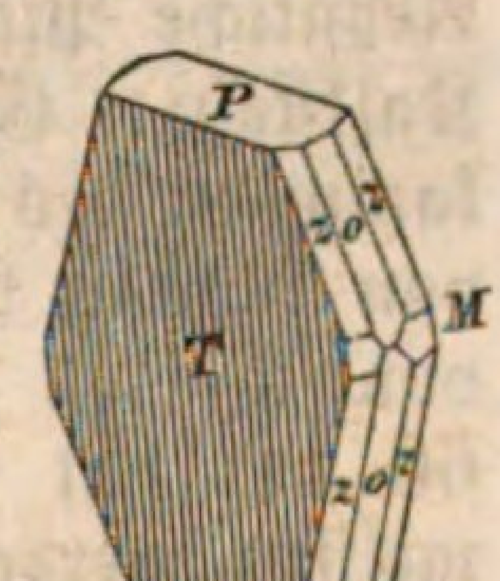
wurde von Werner nach seiner himmelblauen Farbe benannt, welche die ersten fasrigen Abänderungen aus dem Kalkstein von Frankstown in Pensylvanien zeigten, auch Schützit nach dem Entdecker Schütz (Beschreibung einiger nordamerikanischer Fossilien, Leipzig 1791. 85). Zwar kannte schon Dolomieu die schönen farblosen aus dem Schwefelgebirge von Sicilien, doch verwechselte diese Romé de l'Isle noch mit Schwerspath.

Zweigliedrig und ganz Schwerspathartig. Der zweite und dritte Blätterbruch M = a : b : ∞c machen 104°, gegen welche der erste P = c : ∞a : ∞b senkrecht steht. Das auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Paar o = b : c : ∞a macht in Axe b 103°, daraus folgt:

$$a : b = \sqrt{0,3862} : \sqrt{0,6326},\ \lg a = 9,79341,\ \lg b = 9,90060.$$



Die farblosen Krystalle von Girgenti dehnen o zu einer langen Säule aus, deren scharfe Kante von 77° der erste Blätterbruch P abstumpft, die stumpfe Kante M/M schließt die Säule, denn das nicht zugehörige Paar d = 2a : c : ∞b tritt nur klein auf, macht aber die Fläche P zu einem Rechteck, wornach man sich leicht orientirt. Der erste Blätterbruch P ist ausgezeichneter als beim Schwerspath, während der 2te und 3te M sich nicht so leicht darstellen lassen.



Die blauen Krystalle von Leogang bilden Tafeln, deren breite Tafelfläche nicht P, sondern T = a : ∞b : ∞c (s), sie ist bauchig matt und parallel der Axe c gestreift. o = b : c : ∞a und das Oktaeder z = a : b : c nebst P bilden die Randflächen.

Die smalteblauen Krystalle aus den Kammern des Ammonites Parkinsonii und seiner Begleiter haben eine stark quergestreifte Säule M/M, P und o herrschen, letztere aber ist matt. Ueber d liegt noch l = 4a : c : ∞b, und wenn diese richtig ist, so kommt außer dem gewöhnlichen Oktaeder z noch ein Oktaeder v = 2b : $\frac{4}{3}$a : c vor, da es in den Zonen z/d und M/l liegt. Im Uebrigen sind die verschiedenen Krystalle dem Schwerspath so ähnlich, daß man äußerst vorsichtig in der Unterscheidung sein muß. Wir erwähnen daher nur noch der Hauy'schen Varietät Apotome: es ist die Säule o = b : c : ∞a, auf welche ein spitzes Oktaeder n = b : c : 3a gerade aufgesetzt ist. Kleine Krystalle kommen in den Mergellagern des Tertiärgypses von Paris vor, wo sie auf Sprüngen und Klüften der dortigen Cölestinkugeln sitzen. Auch bei Jena fand Suckow n öfter (Pogg. Ann. 29. 504). Descloizeaux hat daher gemeint, daß der Calcit von Sangerhausen Afterkrystalle von ihm seien.

Gew. 3,9, Härte 3—4. Die blaß smalteblaue Farbe verräth ihn öfter, dieselbe verschießt am Lichte sehr leicht, und ist wohl bituminös.

Vor dem Löthrohr verknistert er stark, schmilzt leichter als Schwerspath, und färbt die Flamme purpurroth, wodurch man ihn leicht von

Schwerspath unterscheidet. Kalksalze färben zwar ähnlich, aber nicht so schön. Mit Lithion kommt man nicht so leicht in den Fall sie zu verwechseln. Der Rückstand auf Kohle ist Schwefelstrontium, welches in Salzsäure gelöst, abgedampft und mit Alkohol übergossen eine schönrothe Flamme gibt.

$\dot{Sr}\,\dddot{S}$ mit 56,5 Strontianerde und 43,5 Schwefelsäure.

Freilich oft verunreinigt. Dient in der Feuerwerkerei zu den bekannten Strontianerdepräparaten.

Dem Vorkommen nach ist er zwar bei weitem nicht in den Mengen als Schwerspath zu finden, namentlich selten auf Erzgängen, doch trifft man ihn im Flötzgebirge an den verschiedensten Orten. Die blauen Krystalle von Leogang und Herrengrund auf Erzgängen sind sehr bekannt, dann die farblosen mit Schwefel, Kalkspath und Gyps im Tertiärgebirge von Sicilien (Schwefelgruben von Girgenti, Cattolica 2c.). In Kammern der Ammoniten des schwäbischen Jura sehr schöne blaue Krystalle, strahlig blättrige Massen im Muschelkalke und Jurakalke (Aarau), im Alpenkalke des Fassathales, selbst in Höhlen der Mandelsteine von Montecchio Maggiore bei Vicenza.

Der fasrige Cölestin findet sich vorzüglich schön in den mergeligen Lagen des untern Muschelkalkes von Dornburg bei Jena, wo er Platten von blauer Farbe wie Fasergyps bildet, aber die Faser ist wellig gekrümmt. Man findet Stücke, woran der erste Blätterbruch senkrecht gegen die Faser in der Richtung der Platte steht, auch sieht man auf der Platte selbst, daß sie aus in einander verschränkten Krystallen besteht. Aehnliche Platten zu Bouvron bei Toul, Frankstown in Pensylvanien im Kalkstein. Excentrisch fasrig findet man ihn zuweilen in den Ammonitenkammern des untern Lias. Bemerkenswerth ist der frische und verwitterte von Nörten bei Hannover, welcher den dortigen Jurakalk in 3 Trummen von 2 Zoll Mächtigkeit durchsetzt. Gruner (Gilbert's Ann. 1819. Bd. 60. 72) hat gezeigt, daß dieser neben 73 $\dot{Sr}\,\dddot{S}$ 26 $\dot{Ba}\,\dddot{S}$ enthalte. Die meisten werden durch Verwitterung ganz mehlig, dann steigt umgekehrt die schwefelsaure Baryterde auf 75 p. C., wahrscheinlich weil der etwas löslichere Cölestin vorzugsweise von dem Tagewasser ausgelaugt wird. Thomson hat aus einem solchen von Kingstown in Ober-Canada eine besondere Species Barytocölestin machen wollen.

Die Cölestinknollen von Paris sehen zuckerkörnig wie Dolomit aus, und brausen etwas mit Säuren, weil sie bis 17 p. C. $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ enthalten. Andere gehen ins Dichte über. Ihr starkes Gewicht läßt sie ziemlich sicher erkennen. Bei Bristol kommt auch eine Abänderung mit 16,7 p. C. $\dot{Ca}\,\dddot{S}$ vor, und was dergleichen Verunreinigungen mehr sind.

5. Vitriolblei Wr.

Andere drehten den Namen in Bleivitriol um, was nicht so passend scheint, denn zu den wahren Vitriolen würde Wasser gehören, Vitriol de Plomb Proust Journ. phys. 1787. pag. 394. Man übersah ihn lange, bis Withering ihn auf der Insel Anglesea erkannte, daher von Beudant auch Anglesite genannt.

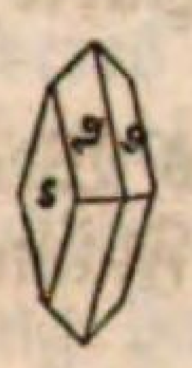
Zweigliedriges Krystallsystem mit großem Flächenreichthum, aber ganz nach Art der vorigen gebildet. P = c : ∞a : ∞b oft sehr deutlich blättrig, und die wenn gleich schwachen Blätterbrüche der Säulen M = a : b : ∞c $103^0\ 42'$ verrathen sich auch nicht selten durch Sprünge. Das auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Paar o = b : c : ∞a macht in der Axe b $104^0\ 30'$, daraus ergibt sich

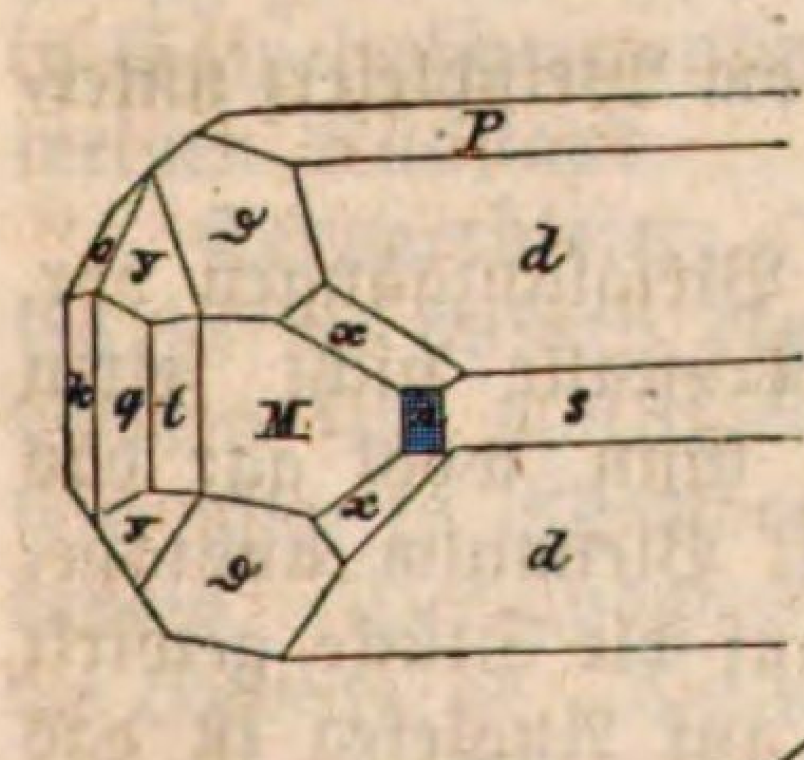
$$a : b = 0{,}608 : 0{,}774 = \sqrt{0{,}37} : \sqrt{0{,}6},\ lga = 9{,}78405,\ lgb = 9{,}88890.$$

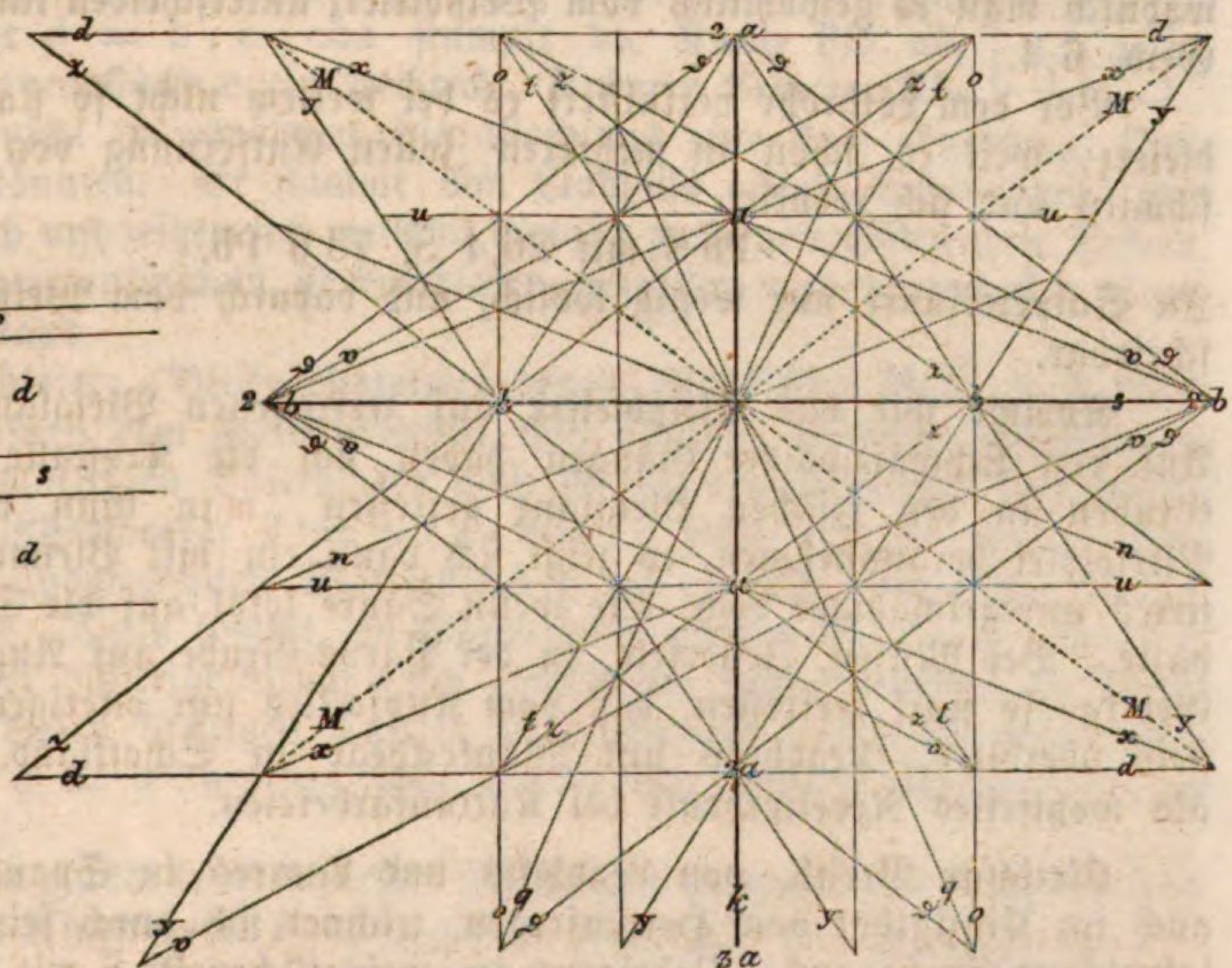
Kokscharow (Pogg. Ann. 91. 156) fand M/M = $103^0\ 43'\ 30''$, o/o = $104^0\ 24'\ 30''$.

Vitriolblei zeigt unter den schwerspathartigen Krystallisationen den größten Flächenreichthum. Die kleinen mit Flächen überladenen wasserhellen Krystalle von Hausbaden und dem Herrenseegen auf dem Schwarzwalde gleichen brillantirten Diamanten, wir machen daher die wichtigsten Flächen in nachfolgender Projektion auf P übersichtlich, stets die Buchstaben wie beim Schwerspath und Cölestin brauchend:

Vitriolblei auf P = c : ∞a : ∞b projicirt.









Bei Müsen findet sich die Säule M mit Gradendfläche P, und in den großen Stücken vom Herrenseegen kann man namentlich den ersten blättrigen Bruch so deutlich erkennen, daß man sich nach ihm häufig leicht orientirt. Das Paar d = 2a : c : ∞b auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt, macht in d/P $140^0\ 34'$. Dasselbe dehnt sich häufig zur Säule von $78^0\ 48'$ aus, deren stumpfe Kante der Blätterbruch P gerade abstumpft. Bei complicirten Krystallen des Schwarzwaldes findet sich die Säulenzone M/M gewöhnlich stark ausgebildet, darunter erkennt man s = a : ∞b : ∞c und k = b : ∞a : ∞c leicht. Die Säule M muß man sich durch Messung bestimmen, zwischen ihr und k liegen dann noch zwei gut spiegelnde Flächen t = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c und q = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c. Das Oktaeder z =

a : b : c scheint bei Müsen selbstständig mit der Säule M vorzukommen. Dufrénoy gibt es selbstständig von der Grube Hausbaden an, ich kenne von dort nur das selbstständige ϑ = c : 2a : 2b mit s = a : ∞b : ∞c, was man freilich leicht damit verwechseln kann, allein man kennt es an den Streifen, die sich auf den Krystallen jener eingegangenen Grube zwischen M/s finden. Ueberhaupt herrscht in den Schwarzwälder Krystallen selten z, sondern außer ϑ noch y = 2a : b : c, beide aus der Diagonalzone von d. Eine kleine Oktaederfläche, die Kante d/o abstumpfend, wird ohne Zweifel Naumann's v = 2b : $\frac{4}{3}$a : c sein. Unter z kommt noch eine kleine Abstumpfung vor, sie muß a : b : x c gehen, während Naumann darüber eine a : b : : $\frac{1}{8}$c angibt. Nehmen wir dazu nun x = a : c : 2b, die gestreifte n = a : 2b : ∞c, m = 4a : c : ∞b, p = $\frac{1}{2}$b : c : ∞a und andere Paare, so übertrifft das Vitriolblei trotz der Kleinheit seiner Krystalle die vorigen. Daher hält es auch schwer, sich darein zu finden, und man kommt gewöhnlich nicht ohne Messung mit dem Reflexionsgoniometer zum Ziele, was aber durch den ausgezeichneten Flächenglanz erleichtert wird.

Diamantglanz, muscheliger Bruch ohne Neigung zum Seidenglanz, wodurch man es gewöhnlich vom Weißbleierz unterscheiden kann. Härte 3, Gew. 6,4.

Vor dem Löthrohr verknistert es bei weitem nicht so stark als Weißbleierz, weil es schon in mehreren Zollen Entfernung von der Flamme schmilzt und sich reducirt.

$$\dot{Pb}\dddot{S} \text{ mit } 26{,}4\ \dddot{S},\ 73{,}6\ \dot{Pb}.$$

In Salpetersäure nur wenig löslich, und dadurch vom Weißbleierz unterscheidbar.

Kommt wie das Weißbleierz auf zerfressenen Bleiglanzgängen vor. Auf den Schwarzwälder Gängen haben sich die Krystalle nicht selten Gruben in den frischen Bleiglanz gefressen, man kann wohl gar das Vitriolblei herausnehmen, es zeigt sich dann ein mit Bleimulm austapezirtes unregelmäßiges Loch, wie wenn Säure lokal auf die Stücke gewirkt hätte. Bei Müsen, Zellerfeld, in der Parys-Grube auf Anglesea ist das Gebirge so stark zerfressen, daß vom Kupferkies nur ockeriger Brauneisenstein überblieb. Leadhills und Wanlockhead in Schottland. Fällt auch als wohlfeiles Nebenprodukt bei Kattunfärbereien.

Bleilasur Breith. von Leadhills und Linares in Spanien (Linarit), auch im Kinzigthal von Herrenseegen, zeichnet sich durch seine prachtvolle lasurblaue Farbe aus. Uebrigens im wesentlichen $\dot{Pb}\dddot{S}$ mit $\dot{Cu}\dot{H}$, 20 $\dot{Cu}$, 4,5 $\dot{H}$. Von Brooke 2 + 1gl. beschrieben: eine geschobene Säule M/M macht vorn 61°, die blättrige Schiefendfläche P macht mit M 96° 25′. Den deutlichsten Blätterbruch soll jedoch die Abstumpfungsfläche der vordern scharfen Kante a = a : ∞b : ∞c bilden, und die beiden Blätterbrüche a/P schneiden sich vorn unter 102° 45′. Auf der hintern Ecke mehrere Abstumpfungen. Mit Soda auf Kohle reducirt es sich leicht, das Blei verflüchtigt sich, und eine kleine Kupferkugel bleibt zurück.

Zu Leadhills in Schottland kommen ausgezeichnete Verbindungen von $\dot{Pb}\ddot{C}$ und $\dot{Pb}\dddot{S}$ vor. Besonders sind es drei: Sulphato-carbonate of lead, Sulphatotricarbonate of lead und Cupreous sulphato-carbonate of lead. Sie wurden lange mit Weißbleierz verwechselt, bis Brooke (Edinburgh

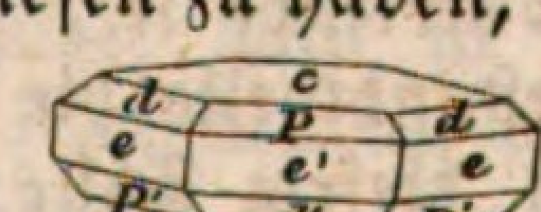
Phil. Journ. 1820. III. 117) bei Behandlung mit Salpetersäure auf den weißen Rückstand achtete, der das schwefelsaure Blei andeutet. Gehen wir diese drei durch:

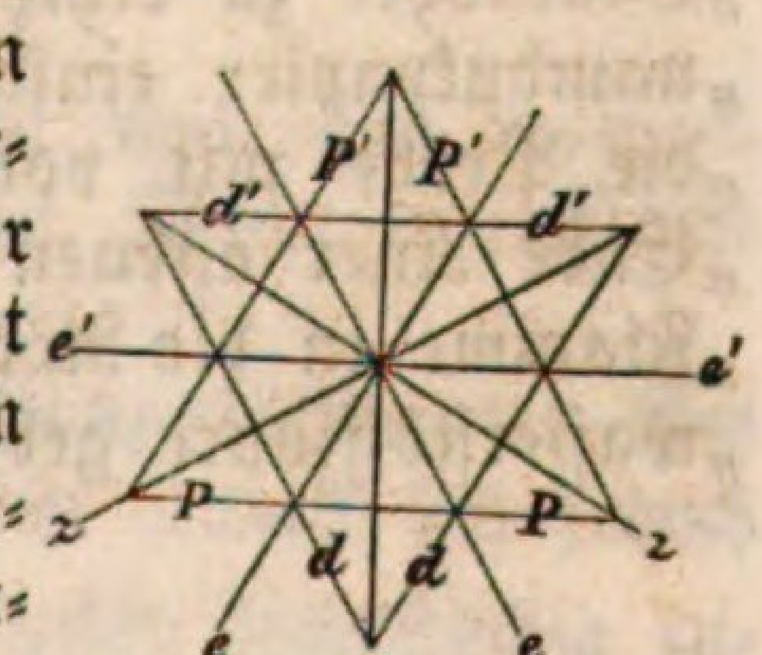
Bleisulphocarbonat (Lanarkit) $\dot{Pb}\ddot{S} + \dot{Pb}\ddot{C}$, daher auch passend Halbvitriolblei genannt. Es ist so stark blättrig, daß man die klaren derben Stücke, welche auf der Grube Herrenseegen im Kinzigthal vorkamen, für Gyps hält, auch ist die Härte kaum etwas größer, aber der Diamantglanz im Querbruch, und das hohe Gewicht 6,5—7 unterscheidet es. Man kann auch mit dem Messer so dünne Blätter abspalten, daß sie im polarisirten Lichte blaue und schmutzig gelbe Farben zeigen, daher müssen die optischen Axen im blättrigen Bruch liegen. Mir steht nur ein einziger schlechter Krystall zur Verfügung, derselbe könnte wohl 2gliedrig sein: eine geschobene Säule M = a : b : ∞c macht vorn 130⁰, der ausgezeichnete Blätterbruch P = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Kante ab. Eine Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b weicht höchstens um wenige Minuten vom rechten Winkel gegen Axe c ab. Ein Paar p = a : c : ∞b auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt schneidet sich in c unter 120⁰ 30′, ein anderes Paar d = b : c : ∞a stumpft die Kante P/c ab, daher die Gradendfläche c ein Rechteck. Anderer kleinerer Abstumpfungen nicht zu erwähnen, die allerdings eine 2 + 1gliedrige Ordnung haben könnten. Er stammt von Leadhills, diese Schottischen sind häufig grünlich und zeigen sich meist in dünnen perlmutterglänzenden Tafeln, in Salpetersäure entwickeln sie Luftblasen, zerfallen und hinterlassen einen weißen Rückstand.



Ternaerbleierz (Bleisulphatotricarbonat, Leadhillit) $\dot{Pb}\ddot{S} + 3\,\dot{Pb}\ddot{C}$. Es ist im äußern dem Halbvitriolblei sehr ähnlich, erscheint ebenfalls in dünnen sehr blättrigen Tafeln, die nach Brooke rhomboedrisch sein sollen. Ein scharfes Rhomboeder P = a : a : ∞a : c mißt 72⁰ 30′ in den Endkanten. Der ausgezeichnete Blätterbruch c = c : ∞a : ∞a : ∞c stumpft die Endecke ab. Dazu kommt ein Gegenrhomboeder d = a′ : a′ : ∞a : c, und da nun der blättrige Bruch c sich gewöhnlich stark ausdehnt, so bilden P und d an diesen 6seitigen Tafeln Zuschärfungen, auch die erste sechsseitige Säule e = a : a : ∞a : ∞c kommt vor, anderer Flächen nicht zu gedenken.

Haidinger glaubt durch schärfere Messungen nachgewiesen zu haben, daß das Brook'sche Rhomboeder P nicht gleich- sondern 2 + 1flächig sei, dann muß das System 2 + 1gliedrig sein: wir hätten eine rhomboidische Säule e = a : b : ∞c von 59⁰ 40′, durch e′ = a : ∞b : ∞c an ihrer scharfen Kante gerade abgestumpft. Das Hauptrhomboeder zerfiele in P = ½a : ∞b : c, und P′ = a′ : b : c in der hintern Kante 72⁰ 10′, der blättrige Bruch c macht mit e′ = vorn 90⁰ 29′, der Winkel, unter welchem sich die Axen a/c vorn schneiden würden. Das Gegenrhomboeder d = a : b : c macht daher vorn eine etwas größere Kante 72⁰ 37′ als P′/P′ hinten, d′ = ½a′ : ∞b : c. Sehr auffallend sind die bei 2 + 1gliedrigen Systemen ungewöhnlichen Drillinge: dieselben haben die Säulenfläche z =





b : $\frac{1}{3}$a : ∞c gemein, welche 3gliedrig genommen der 2ten sechsseitigen Säule entspricht. Da dieselbe in ihrem stumpfen Winkel 119° 40′ macht, so füllen drei Individuen mit ihrem stumpfen Winkel einen Raum von 359°, und die ganze Anordnung sieht auffallend dreigliedrig aus. Der Blätterbruch soll aber in drei Felder getheilt sein, die sich unter 179° 10′ schneiden. Nach Brewster wäre auch das Mineral optisch zweiarig. Endlich das

Halblasurblei (Caledonit Beudant's), $3\dot{P}b\ddot{S} + 2\dot{P}b\ddot{C} + \dot{C}u\ddot{C}$, wegen des Kupfers spangrün. Wird 2gliedrig beschrieben: eine blättrige rhombische Säule von 95° mit Gradendfläche und abgestumpfter scharfer Säulenkante. Entwickelt sich daher schwerspathartig.

Selenichtsaures Bleioxyd ($\dot{P}b\ddot{S}e$?) führt C. Kersten von Tannenglasbach bei Gabel ohnweit Hildburghausen an (Pogg. Ann. 46. 265). Es scheint durch Verwitterung des mitvorkommenden Selenkupferblei entstanden zu sein. Kleine schwefelgelbe fasrige Kugeln mit einem deutlich blättrigen Bruch, Kalkspathhärte. Schmilzt sehr leicht unter starkem Selengeruch.

Uebergehen wir vorerst die löslichen schwefelsauren Salze, und wenden uns zum Flußspath, an der Spitze der

Fluoride.

Das Fluor ist zwar hauptsächlich im Flußspath niedergelegt, allein es gibt namentlich unter den Silicaten mehrere mit einem nicht unwichtigen Flußsäuregehalt: die verschiedenen Glimmersorten pag. 198 0,1—10,4 Fl, Hornblende pag. 209 1,5 Fl, Chondrodit pag. 222 7—10 Fl, Topas pag. 259 14 Fl, Ichthyophthalm pag. 288 $\frac{1}{4}$—1,5 Fl, Karpholit pag. 290 1,5 Fl, Parisit pag. 309 2,5 Fl, Leucophan pag. 314 6,2 Fl. Unter den salinischen Steinen hat Fluorapatit 1,25 Fl, Wagnerit 6,2 Fl, Wavellit 3 Fl, Amblygonit 8,1 Fl, unter den oxydischen Erzen Pyrochlor 3,23 ꝛc. „Seine Gegenwart durch das Löthrohr zu erforschen, ist minder „leicht bei solchen Verbindungen, wo es einen wesentlichen Bestandtheil „ausmacht, z. B. beim Flußspath, Kryolith ꝛc., weil die Fluorwasserstoff„säure hier von der Hitze nicht so ausgejagt wird, wie da, wo sie blos „ein zufälliger Bestandtheil zu sein scheint, wie z. B. im Glimmer, in der „Hornblende ꝛc., bei welchen zufolge der veränderten relativen Lage der „Bestandtheile die Fluorwasserstoffsäure gewöhnlich mit Kieselerde entweicht. „In diesem Falle braucht man blos die Probe in einer zugeblasenen „Glasröhre zu erhitzen, in deren offenes Ende man ein befeuchtetes Fer„nambukpapier einschiebt, das gelb wird. Im ersten Falle mengt man „die Probe mit vorher geschmolzenem Phosphorsalz, und erhitzt sie am „Ende einer offenen Glasröhre, so daß ein Theil von dem Luftstrome der „Flamme in die Röhre getrieben wird. Dadurch wird wasserhaltige Fluor„wasserstoffsäure gebildet, die das Glas angreift."

1. Flußspath.

Gekannt, so alt der Bergbau ist. Denn Agricola Bermannus pag. 701 heißt ihn Fluores Flüsse (fluor das Fließen): lapides sunt gem-

marum similes, sed minus duri fluores (ut nostri metallici appellant), varii autem et jucundi colores eis insident. Wegen seiner schönen Farben nannten ihn die alten Bergleute Erzblume oder auch marmor metallicum, Marmor der Erz bringt. Boetius de Boot 1647 kennt bereits seine Phosphorescenz „igne admotu noctulucens," und schon Schwanhard in Nürnberg benutzte ihn 1670 zum Glasätzen, aber erst Scheele wies 1771 darin eine besondere Säure, die Flußspathsäure, nach. Werner nannte die dichte Abänderung schlechthin Fluß, und nur die spätigen Flußspath. Chaux fluatée.

Reguläres Krystallsystem mit vorherrschenden Würfeln, aber oktaedrisch blättrig so deutlich, daß man die Körper leicht herausschlagen kann. Am leichtesten bekommt man Tetraeder, in dem die parallelen fehlen, und Rhomboeder mit den Winkeln des Tetraeder, worin ein blättriger Bruch zurücktritt.

Würfel treten am häufigsten auf, im Teufelsgrunde des Münsterthales am Belchen erreichen sie über 1 Fuß Durchmesser. Daran stumpft der Blätterbruch die Ecken gerade ab, so daß gleichseitige Dreiecke entstehen.

Oktaeder kommen zwar sehr schön selbstständig vor (grün zu Moldawa, Andreasberg; rothe Baveno, St. Gotthardt, Derbyshire, Guanaruato 2c.), sind aber selten, und gewöhnlich mattflächig, mattflächig zeigen sie sich auch, wenn sie untergeordnet an den Würfelecken auftreten, Cubooktaeder von Derbyshire, Hall, Zinnwalde. Zu Ehrenfriedersdorf findet man auch kleine blaue treppenförmige Oktaeder, welche aus lauter Würfelchen zusammengesetzt sind, die ihre Ecken zur Oktaederfläche kehren, namentlich endigen die Ecken mit einem großen Würfel. Es ist das Hauy'sche Decrescenzgesetz.



Granatoeder stumpfen die Würfelkanten gerade ab, kommen bei Englischen sehr schön vor. Selbstständig erwähnt sie Hauy von Chalucey (Dep. Saône et Loire), Werner von Marienberg. Diese grünen sächsischen haben öfter auf der Oktaederecke einen kleinen blauen Würfel, was ein Fortwachsen bezeichnet. Zinnwalder, Bavenoer 2c. zeigen alle drei Körper.

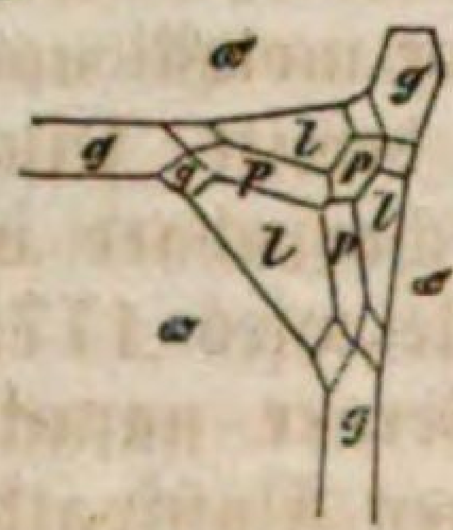
Pyramidenwürfel schärfen die Würfelkanten zu, sie gehören gerade nicht zu den gewöhnlichen Erscheinungen, doch findet man sie auf den Zinnsteingruben von St. Agnes in Cornwall ganz selbstständig, daher hat auch Haidinger den Körper Fluorid genannt: gewöhnlich a : $\frac{1}{3}$a : ∞a, höchst selten a : $\frac{1}{2}$a : ∞a.

Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a selten, etwas häufiger noch das Leucitoid a : a : $\frac{1}{4}$a, sie schärfen Würfelecken dreiflächig zu, Fläche auf Fläche aufgesetzt.

Pyramidenoktaeder a : a : 2a kommt bei Kongsberg vor. Am häufigsten unter allen Abstumpfungen der Würfelecken finden sich jedoch

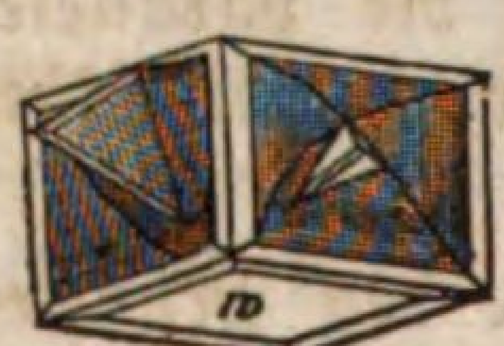
Achtundvierzigflächner, welche die Würfelecken sechsflächig zuschärfen. Auf der Grube Friedrich Christian im Schappachthal brechen faustgroße Würfel mit ganz kleinen, aber sehr glänzenden Eckenflächen. Die bekannten Krystalle aus dem Teufelsgrunde sind dagegen sehr drusig, zuweilen

tritt der Würfel bedeutend zurück, wie bei den honiggelben von der Grube Hausbaden: $a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a$ soll ihr Ausdruck sein. G. Rose (Pogg. Ann. 12. 483) bestimmt an den blauen Cumberländischen Würfeln $a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{7}a$, an einem weißen Würfel $\frac{1}{3}a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{11}a$.



Wie complicirt die Abstumpfungen der Ecken werden können, zeigt die schöne Modification, die Levy von Kongsberg abbildet: Würfel w, Granatoeder g, Leucitoid $l = a : a : \frac{1}{3}a$, Pyramidenoktaeder $p = a : a : 2a$ und ein 48flächner mit dem seltsamen Ausdruck $a = \frac{1}{4}a : \frac{1}{7}a : \frac{1}{16}a$ wird angegeben. Noch viel flächenreichere bildet Phillips von Devonshire ab.

Zwillinge kommen besonders schön unter den amethystblauen und grünblauen von Cumberland vor: zwei Würfel durchdringen sich, und die Ecke des einen tritt aus der Fläche des andern so heraus, daß ihre drei Kanten im Verhältniß 1 : 1 : 2 geschnitten werden, was den Beweis für den Zwilling liefert. Auch spiegelt ein blättriger Bruch in beiden ein.



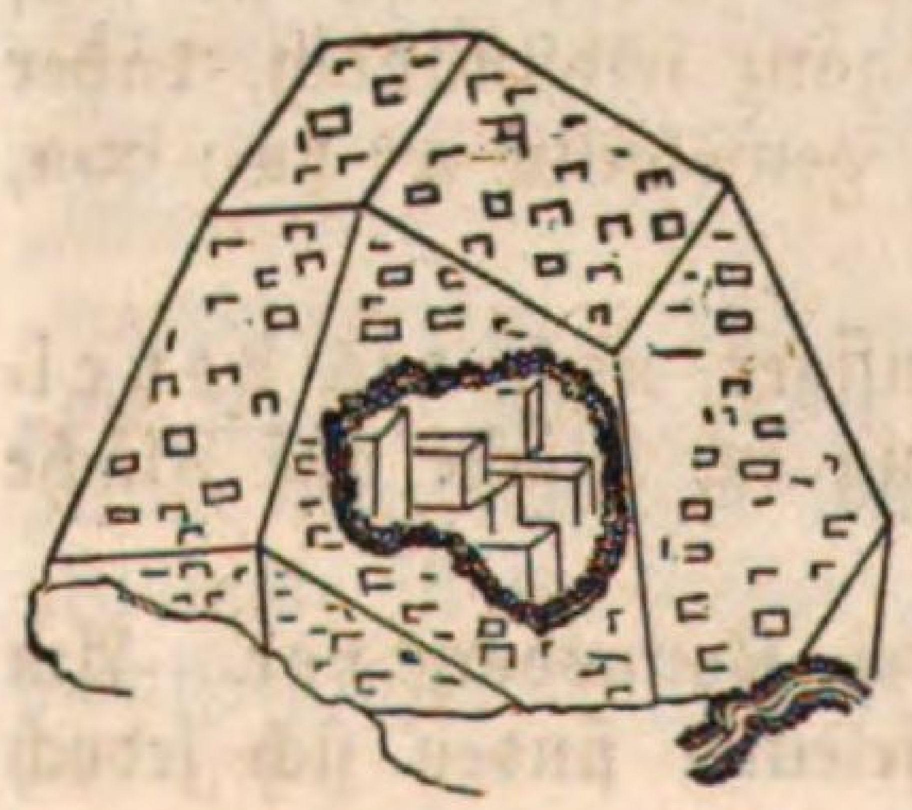
Von einem Durchstoßungspunkte der Kante gehen vier ganz flache Kanten aus, die Andeutungen eines sehr flachen Pyramidenwürfels sind, wie auch die Streifung parallel den Würfelkanten zeigt. Wo solche Ecken nicht durchstoßen (wie Fläche w), sind die Flächen häufig außerordentlich spiegelflächig ohne Spur einer Streifung. So daß man vermuthen muß, das Durchstoßen der Ecken habe den Impuls zur Streifung gegeben.

Mißbildungen. Im Teufelsgrunde werden einzelne Würfelflächen in auffallender Weise bauchig, was eine Verziehung der Würfelkanten zur Folge hat.



Besonders interessant sind die grünen vom Dreifaltigkeits-Erbstollen bei Zschopau in Sachsen: dieselben verziehen sich zu scharfen Rhomboedern, auf deren Flächen sich ein bauchiges Paar erhebt, wodurch Dreiunddreikantner öfter in solcher Regelmäßigkeit entstehen, daß man sie für Hälftflächner eines Pyramidenwürfels um so mehr ansehen muß, als die Blätterbrüche vortrefflich einspiegeln. Stellt man sich also den Pyramidenwürfel nach einer tetragonalen Axe aufrecht, so wachsen nicht die sechs um die Axenecke, sondern die darunter gelagerten. Die stumpfen Endkanten des Dreikantners öfter etwas abgestumpft.

Afterkrystalle nach Kalkspath. Im Teufelsgrunde kommen Flußspathhüllen des Kalkspathdreikantners mit dem Hauptrhomboeder vor.



Diese Hüllen bestehen aus zwei Lagen kleiner Flußspathwürfelchen, die innere hat sich daher wahrscheinlich erst gebildet, als der Kalkspath schon weg war. In die Hüllen drangen dann größere Würfel von Flußspath, die dem Raume sich möglichst accommodiren. Wir haben also 5 Formationen: 1) Bildung von Kalkspath; 2) Niederschlag einer dünnen Haut auf den Krystallen; 3) Wegführung des Kalkspaths; 4) Bildung der kleinen Würfel auf beiden Seiten der Haut Nro. 2; 5) Ausfüllung des hohlen Raumes durch große Flußspathwürfel.

Flußspathhärte = 4; Gew. 3,1—3,2, ein eigenthümlicher feuchter Glasglanz, und die Schönheit der Farbenreihe so groß, daß er an Mannigfaltigkeit unter den salinischen Steinen obenan steht, ja vielleicht von keinem Minerale übertroffen wird, daher auch der alte bergmännische Name Erzblume so bezeichnend. Farblose von großer Klarheit finden sich in den Drusenräumen des Buntensandsteins von Waldshut; roth rosenfarbig und intensiv besonders in den Hochalpen am St. Gotthardt bis zum Mt. Blanc; gelb in allen Tönen, besonders wein- und honiggelb bis gelblichbraun von Gersdorf und Annaberg in Sachsen, Grube Hausbaden bei Badenweiler; grün in allen Tönen, fast in das Smaragdgrün verlaufend, Derbyshire, Herrenseegen auf dem Schwarzwalde, am Sentis im Canton Appenzell ꝛc.; blau vom Ton des Sapphir kommen sie im Salzgebirge von Hall in Tyrol vor, auf Zinnstein- und Kobaldgängen nicht selten ganz in das schwarz übergehend; die amethystblauen gleichen durch ihre Farbe den Quarzamethysten in auffallender Weise, und kommen besonders klar aus Cumberland.

Gewisse Cumberländische zeigen eine eigenthümliche Art von Dichroismus: im reflektirten Lichte erscheint die Oberfläche amethystblau, im durchfallenden meergrün. Man hat daher diese Erscheinung bei andern Körpern nicht unpassend Fluoriren genannt, pag. 112. Zuweilen schließen sie Flüssigkeiten ein.

Vor dem Löthrohr phosphoresciren anfangs besonders die grünen und rothen, mit einem schönen bläulichen Schein, und schmelzen dann schwer. Legt man aber Gyps oder einen andern schwefelsauren Stein daneben, so schmelzen sie flugs damit zusammen.

Ca Fl enthält 52,3 Calcium und 47,7 Fluor,

meist nicht viel verunreinigt. In concentrirter erhitzter Schwefelsäure wird er vollkommen zersetzt, entwickelt Fluorwasserstoff, was Glas ätzt. Da Flußsäure die Kieselerde leicht angreift und fortnimmt, so bildet er bei Hüttenprocessen ein wichtiges Flußmittel, das schon den ältesten Hüttenleuten bekannt war.

Flußspath kommt besonders mit Schwerspath auf Erzgängen vor, ist aber der Masse nach seltener als dieser. Eine der mächtigsten Ablagerungen bildet der grünlichweiße von Stollberg auf dem Unterharz, der eine stockartige Erweiterung von 14—16 Lachter erreicht und für den Zuschlag auf den Mannsfelder Kupferhütten von Wichtigkeit ist. Die Gewerkschaft gewinnt dort jährlich 50,000 Ctr. à 3 Sgr. im Werth. Untergeordnet finden wir ihn auf den verschiedensten Erzgängen Deutschlands, Harz, Thüringerwald, besonders aber auf dem Erzgebirge und Schwarzwalde. Die im Bergkalk aufsetzenden Bleierzgänge von Nordengland sind ausnehmend reich. Aus Derbyshire erwähnt schon Bournon eines Crinoideenstieles, der auf der einen Hälfte aus Kalkspath, auf der andern aus blauem Flußspath bestand, doch ist es auch dort ungewöhnlich, ihn als Versteinerungsmasse von organischen Resten zu finden, obwohl einzelne Vorkommen bis in das Tertiärgebirge reichen, wie z. B. beim Jardin des Plantes zu Paris.

Krystalle herrschen überall vor, oder wenigstens die körnige krystallinische Struktur. In Derbyshire werden solche derbe Massen strahlig, die Strahlen gehen von einem Centrum aus und sind concentrisch

violblau und weiß gezeichnet. Solche derbe Stücke werden in England wegen ihrer schönen Farben verschliffen. Dieß hat denn wohl zu der Vermuthung verleitet, die im Alterthum so hoch geschätzten vasa murrhina hätten aus Flußspath bestanden, doch geben dafür die Worte des Plinius hist. nat. 37. 8 keine Handhabe. Im Granit von Welsenberg bei Schwarzenfeld in der Oberpfalz findet man ganz ähnliche strahlige Massen, die blauen werden stellenweis ganz schwarz, brennen sich aber wie die Englischen sehr leicht farblos, sind daher durch Bitumen gefärbt, welches Schafhäutl auch chemisch nachgewiesen hat (Stinkflußspath). Zuweilen kommen Kugeln wie Erbsen auf Quarz aufgewachsen vor, und concentrisch schaalig, diese gehen dann in den

dichten Fluß über. Derselbe hat einen feinsplittrigen sehr matten Bruch, trübe Farben, aber wie der Phengit pag. 368 in großen Handstücken oft noch Durchscheinenheit. Derbe Handstücke von Stolberg auf dem Unterharz. Im verwitterten Gebirge wird er auch erdig. Bei Burton in Derbyshire finden sich Krystalle mit 40—50 p. C. Thon, die aber seine Krystallisationskraft nicht behindert haben. Manche sind auch durch Schwerspath verunreinigt, der bis zur Hälfte steigen kann. Zu solchen Gemengen gehört wahrscheinlich der

Yttrocerit Berzelius (Ytterspath) aus dem Granit von Finbo und Broddbo bei Fahlun, eine violblaue sich gewöhnlich ins Erdige neigende Masse. Die derben Stücke scheinen den blättrigen Bruch des Flußspathes beizubehalten. Berzelius hielt es für ein Gemisch von Ca Fl mit Ce Fl und Y Fl. Es fanden sich blaue Oktaeder im Goldsand von Georgia und Nordcarolina.

Fluocerit Berz. von dem gleichen Fundort, soll reguläre sechsseitige Tafeln mit Gradendfläche bilden. Blaß ziegelroth ins Gelbliche, Gew. 4,7. Im wesentlichen Ce Fl.

Fluocerin eben daher, ist wasserhaltig.

2. Kryolith.

Ein dänischer Grönlandsfahrer brachte ein großes Stück nach Kopenhagen, wovon 1795 die erste Kunde kam, da er vor dem Löthrohr wie gefrorne Salzlauge schmilzt, so nannte ihn Abilgaard (Scheerer's Journ. Chem. 2. 502) nach dem griechischen Wort κρύος Eis.

Drei rechtwinklige Blätterbrüche erzeugen würfelige Stücke wie beim Anhydrit, aber die Brüche sind nicht so deutlich, einer zeichnet sich etwas vor den übrigen aus, die übrigen beiden scheinen fast gleich. Daher mag das System 2gliedrig sein. Gew. 2,95, Härte 3, Schneeweiß, mit einem feuchten Glasglanz, der an Eis erinnert.

Schmilzt leicht zu einer klaren Perle, die sich aber bald auf der Kohle zu einer schneeweißen unschmelzbaren Schlacke ausbreitet:

$$3\,Na\,Fl + Al\,Fl^3 = 53{,}6\ Fl,\ 33{,}3\ Na,\ 13{,}1\ Al.$$

Giesecke war so glücklich, 30 Meilen von Julianeshaab an der Südseite des Arksud Fiord vom Meere bespült das dünne Lager im Gneus mit Schwefelmetallen aufzufinden.

Im Schriftgranit der Topasgruben von Miask mit Amazonenstein bemerkte Herrmann (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1846. 37. 188) einen Gang eines weißen Minerals, worin sich später dreierlei Fluoride auszeichneten, Pogg. Ann. 83. 587, die äußerlich von einander kaum unterschieden werden können: eines ist wahrhafter Kryolith, das andere aber

Chiolith Herrmann (χιών Schnee) 3 Na Fl + 2 Al Fl³, nach Kokscharow viergliedrige Oktaeder mit einem Endkantenwinkel von 107° 32′, Flußspathhärte, Gew. 2,7—2,9. Die „ganze Masse sieht einem Schneeklumpen nicht unähnlich.“ Herrmann erwähnt zweier Blätterbrüche, die sich unter 114° schneiden, das erinnert an die Seitenkanten der Oktaeder von 113° 25′.

Das dritte hat 3,07 Gew. und die Formel 2 Na Fl + Al Fl³.

Wollaston's Fluelit von Stenna-gwyn in Cornwallis, kleine glänzende Rhombenoktaeder auf Quarz mit Wavellit und Uranglimmer sollen im wesentlichen Fluoraluminium sein. Sheppard's Warwickit soll 27,3 Fl enthalten.

Phosphorsäure und Arseniksäure.

Phosphorsäure $\dot{\ddot{P}}$ kommt auf primärer Lagerstätte im Steinreiche nur sehr untergeordnet vor. Das ist um so merkwürdiger, da sie in der Asche der Pflanzen, und in den Knochen und Exkrementen der Thiere eine so wichtige Rolle spielt. Deshalb als Düngungsmittel von großer praktischer Bedeutung, haben die Chemiker ihr längst die gebührende Aufmerksamkeit zugewendet. Schon ehe Svanberg und Struve (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 44. 291) das empfindliche Reagens von Molybdänsaurem Ammoniak kennen gelehrt, war ein geringer Gehalt von $\dot{\ddot{P}}$ in den Graniten, Gneisen, Porphyren, Mandelsteinen, Basalten, Laven 2c. nachgewiesen, später gaben selbst die Meteorsteine von Juvenas (Rammelsberg) 0,28 $\dot{\ddot{P}}$. Da die Phosphorsäure von den höchsten Wirbelthieren bis zu den niedrigsten Korallenstöcken ($\frac{1}{2}$—2 p. C.) nirgends fehlt, und die Asche der Fucusarten noch über 1 p. C. phosphorsaure Kalkerde enthält, so kann uns ihr Vorkommen auf secundärer Lagerstätte im Flözgebirge nicht verwundern, wo besonders Knochen und Koprolithen nicht selten noch 65—85 p. C. phosphorsauren Kalk zeigen. Forchhammer hat Phosphorsäure im Meerwasser nachgewiesen, das Selterswasser enthält ein Zehntausendstel $\dot{N}a^2 \dot{\ddot{P}}$, die Pyrmonter Quelle 2 Millionentel phosphorsaure Thonerde, und die Karlsbader könnte jährlich nach Berechnung von Bischoff 55 ℔ Apatit erzeugen. Wenn man nun bedenkt, daß die Phosphate in den Gängen vorzugsweise in den obern Teufen vorkommen oder daß sie sich gern auf Spalten der secundären Gebirge sammeln, so mögen die organischen Wesen viel zu ihrer Anhäufung beigetragen haben. Zu einer der merkwürdigsten Erscheinungen gehören die drei isomeren Modificationen (Pogg. Ann. 76. 1): die gewöhnliche

c Phosphorsäure, in welche beide andere bei Behandlung mit Säuren übergehen, ist dreibasisch, und gibt mit salpetersaurem Silberoxyd einen gelben Niederschlag von $\dot{A}g^3 \dot{\ddot{P}}$. Dahin gehört das vom Löthrohr her bekannte Phosphorsalz ($\dot{H}$ + $\dot{A}m$ + $\dot{N}a$) $\dot{\ddot{P}}$ + 8 $\dot{H}$. Das c phos-

phorsaure Natron ($\dot{H} + 2\,\dot{Na}$) $\ddot{P} + 24\,\dot{H}$ wird durch Glühen zweibasisch, es entsteht

b phosphorsaures Natron $\dot{Na}^2\,\ddot{P}$ (Pyrophosphorsäure). Löst man das Salz in Wasser, so krystallisirt pyrophosphorsaures Natron heraus, $\dot{Na}^2\,\ddot{P} + 10\,\dot{H}$, das mit salpetersaurem Silberoxyd einen weißen Niederschlag von $Ag^2\,\ddot{P}$ gibt. Glüht man dagegen das Phosphorsalz, so entweicht Wasser und Ammoniak und eine einbasische Masse $\dot{Na}\,\ddot{P}$ bleibt zurück, dieß ist die

a $\ddot{P}$ oder Metaphosphorsäure, ihre Auflösung im Wasser fällt das Eiweiß, was die andern beiden nicht thun.

Phosphorsäure steht bei gewöhnlicher Temperatur der Schwefel-, Salz- und Salpetersäure zwar nach, allein wegen ihrer großen Feuerbeständigkeit treibt sie in der Hitze dieselben aus. Darauf beruht ihre Wichtigkeit als Löthrohrreagens. Phosphorsaure Verbindungen mit Schwefelsäure befeuchtet färben die Löthrohrflamme blaßgrün. Essigsaures Bleioxyd gibt einen Niederschlag von $\dot{Pb}^3\,\ddot{P}$, das vor dem Löthrohr mit polyedrischen Flächen erstarrt.

Arseniksäure $\ddot{As}$. Arsenik spielt besonders bei den Schwefelmetallen auf Erzgängen eine wichtige Rolle, wo Phosphor gar nicht vorkommt. Im oxydischen Zustande ist dagegen das Arsenik weniger verbreitet als Phosphor. Doch machte Walchner im Ocker der Cannstadter Heilquelle 1844 einen merkwürdigen wenn auch geringen Fund von arseniger Säure $\ddot{As}$ (0,8 p. C. nach Fehling, was etwa auf 10 Millionen Theile Wasser $1\frac{1}{2}$ $\ddot{As}$ betragen würde), seit der Zeit fand sich dieses starke Gift in den verschiedensten Quellenniederschlägen, aber in so geringer Menge, daß der Genuß des Wassers nicht nachtheilig wirken kann. Daubrée will im Meerwasser Arsenik nachgewiesen haben, selbst aus Pflanzen und Thieren wird er angegeben. Jedenfalls liefert er aber ein wichtiges Beispiel für die große Verbreitung der Stoffe überhaupt. Vor dem Löthrohr ist die Säure sehr flüchtig, sie entwickelt auf Kohle im Reductionsfeuer einen graulich weißen Rauch, welcher knoblauchartig riecht.

Der Isomorphismus von $\ddot{P}$ und $\ddot{As}$ ist außer den natürlichen Salzen noch durch folgende künstliche erwiesen:

1. Viergliedrig:

$$(2\,\dot{H} + \dot{Am})\,\ddot{P} \text{ und } (2\,\dot{H} + \dot{Am})\,\ddot{As};$$

das phosphorsaure Ammoniak bildet quadratische Säulen a : a : ∞c mit Oktaeder a : a : c, 90° 25′ in den Seitenkanten.

$$(2\,\dot{H} + \dot{K})\,\ddot{P} \text{ und } (2\,\dot{H} + \dot{K})\,\ddot{As};$$

das phosphorsaure Kali hat 86° 24′ in den Seitenkanten des Oktaeders.

2. Zweigliedrig:

$$(2\,\dot{H} + \dot{Na})\,\ddot{P} + 2\,\dot{H} \text{ und } (2\,\dot{H} + \dot{Na})\,\ddot{As} + 2\,\dot{H},$$

Oblongoktaeder mit 106° 26′ in den Endkanten, und 101° 30′ in den Seitenkanten; a : b : c, b : 2c : ∞a. Das phosphorsaure Natron ist jedoch dimorph, und krystallisirt gewöhnlich in zweigliedrigen Säulen von 93° 54′, das zweigliedrige Oktaeder mit Seitenkante von 109° 10′ steht dem regulären ausnehmend nahe.

3. Zweiundeingliedrig: $(\dot{H} + 2\,\dot{A}m)\,\ddot{\text{P}}$ und $(\dot{H} + 2\,\dot{A}m)\,\ddot{A}s$. Säulen von 84° 30′ und 85° 54′; Schiefendfläche zur Säule 105° 22′ und 105° 46′.

4. Zweiundeingliedrig: $(\dot{H} + 2\,\dot{N}a)\,\ddot{\text{P}} + 14\,\dot{H}$ und
$(\dot{H} + 2\,\dot{N}a)\,\ddot{A}s + 14\,\dot{H}$.

Siehe Pogg. Ann. 16. 609.

5. Zweiundeingliedrig: $(\dot{H} + 2\,\dot{N}a)\,\ddot{\text{P}} + 24\,\dot{H}$ und
$(\dot{H} + 2\,\dot{N}a)\,\ddot{A}s + 24\,\dot{H}$.

Das gewöhnliche Phosphorsalz bildet Säulen von 67° 50′, Schiefendfläche gegen Axe c 58° 30′ und mit der Säule 106° 57′. Hintere Gegenfläche, vorderes Augitpaar aus der Diagonalzone ꝛc.

Anderer Salze nicht zu erwähnen.

1. Apatit Wr.

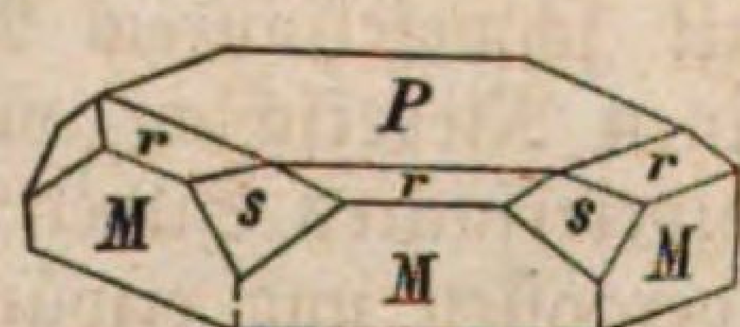
Ἀπατάω täuschen, weil die Ehrenfriedersdorfer lange mit Schörl, Beryll, Chrysolith ꝛc. verwechselt wurden, bis Werner 1788 (Bergmännisches Journal I. 76) sie feststellte, und Phosphorsäure darin vermuthete, die Klaproth auch sofort fand, l. c. 294.

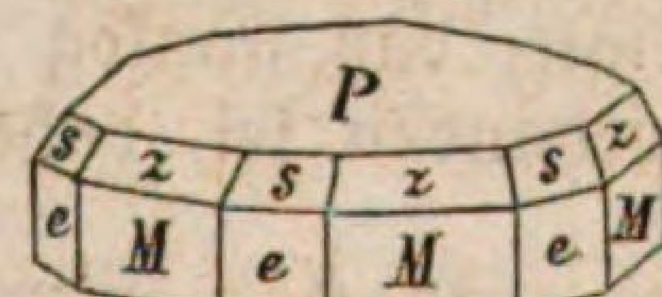
Sechsgliedrig: Vorherrschend erste sechsseitige Säule M = a : a : ∞a : ∞c mit einer ziemlich blättrigen Gradendfläche P = c : ∞a : ∞a. Die Endkanten P/M durch das Diheraeder x = a : a : ∞a, abgestumpft, mit 80° 25′ in den Seiten- und 142° 20′ in den Endkanten, gibt $a = 1{,}366 = \sqrt{1{,}866}$, lga = 0,13545.



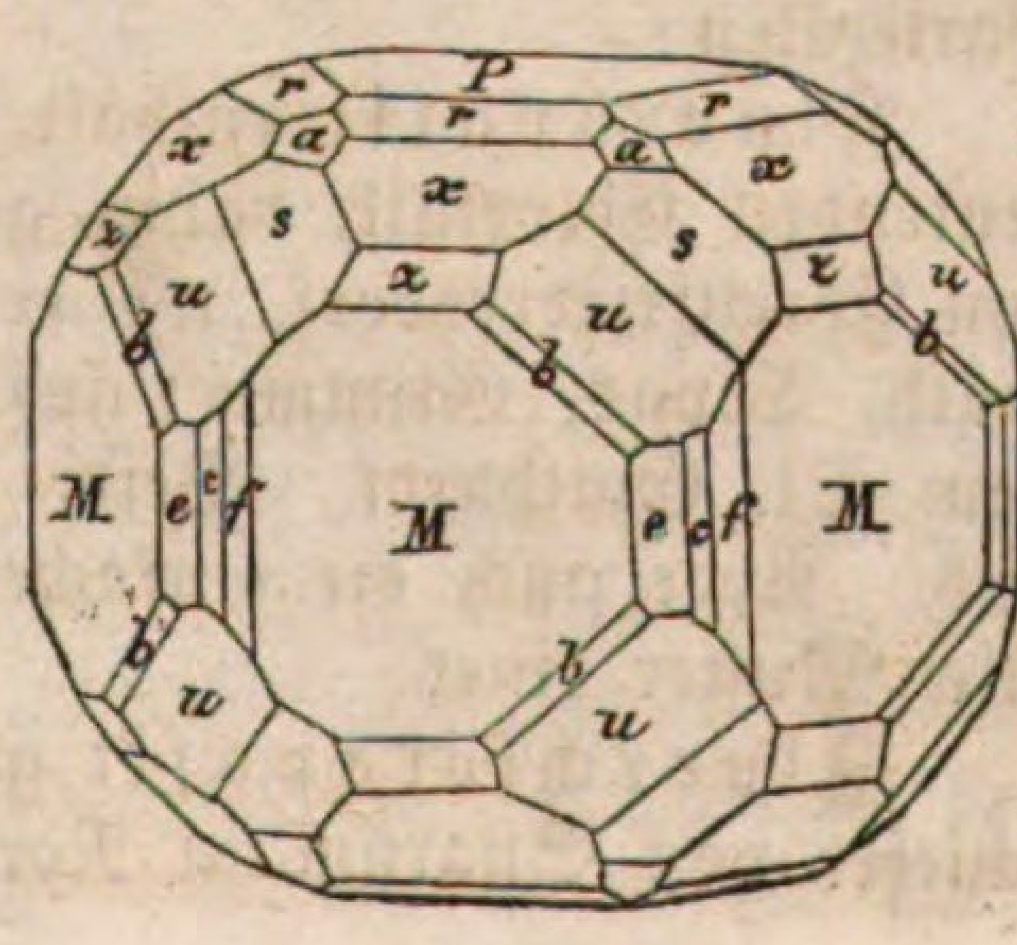
Die Spargelsteine von Jumilla und der Mororit von Arendal zeigen auf der Säule eine vollkommene diheraedrische Endigung, dazu gesellt sich häufig die Rhombenfläche s = a : ½a : a : c und die 2te sechsseitige Säule e = a : ½a : a : ∞c.

Auf Zinnsteingängen herrschen die beiden sechsseitigen Säulen mit Gradendfläche gewöhnlich, die Krystalle werden tafelartig, und wenn die Endkanten der Tafeln abgestumpft werden, so kommt zunächst das Diheraeder r = 2a : 2a : ∞a : c vor, wie man am leichtesten aus der Rhombenfläche s sieht. Oder es findet sich z = ½a : ½a : ∞a : c, zu welchem die Rhombenfläche s das nächste stumpfere Diheraeder bildet. Das Diheraeder x ist nicht gewöhnlich, aber es kommt namentlich bei den grünen von Johann Georgenstadt mit a = 2a : a : 2a : c vor, eine obere Rhombenfläche, die seine Endkanten abstumpft, und sich zu r verhält wie s zur x. a gewöhnlich matt. Selten d = ½a : ¼a : ½a : c.





Am St. Gotthardt zeichnen sich die farblosen in Spalten des körnigen Feldspaths durch ihren übermäßigen Flächenreichthum aus. Im Ganzen herrscht die Säule (Haidinger Edinburgh phil. Journ. 10. 140) M öfter mit einem eigenthümlichen Seidenglanz,



die Gradendfläche P verräth sich wegen ihres ziemlich deutlichen Blätterbruchs durch Quersprünge. Häufig drei Diheraeder z, x und r über einander, dazu die beiden Rhombenflächen a und s, aber selten vollzählig, doch herrscht darin kein Gesetz, dagegen treten die 6 + 6kantner u = c : a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a aus der Kantenzone M/s mit großer Gesetzlichkeit *parallelflächig hemiedrisch* auf, wodurch Diheraeder von Zwischenstellung entstehen. Eine ganz kleine Abstumpfungsfläche b = c : a : $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{3}$a liegt oft noch unter u. Die Hemiedrie setzt sich auch auf die Säulen fort: wir finden die Kanten zwischen den beiden sechsseitigen Säulen M und e häufig fein abgestumpft, aber immer auf der Seite der Kante, wo die *hemiedrischen Sechskantner nicht* liegen: c = a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$a : ∞c, f = a : $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{4}$a : ∞c.

Apatithärte = 5, Gew. = 3,2. Fett- bis Glasglanz, und schöne zum Theil flußspathartige Farben, wornach man den verschiedenen Varietäten besondere Namen gegeben hat. Farblose und trübweiße findet man sehr häufig in den Alpen; *Spargelstein* hieß Werner den gelben (spargelgrünen) aus dem Talkschiefer des Zillerthales und dem Vulkangestein von Jumilla; *Mororit* hieß man früher die entenblauen von Arendal mit gerundeten Kanten; ausgezeichnet *amethystblau* kommen sie auf den Zinnsteingängen von Ehrenfriedersdorf in Sachsen vor, anderer grüner, rother aber meist trüber Farben nicht zu erwähnen.

Nähert man sich mit Splittern der Löthrohrflamme, so phosphoresciren mehrere mit einer prachtvollen grünen Farbe; in höchstem Grade zeigen dieß die durch Eisenoxyd roth gefärbten sechsseitigen Tafeln aus dem Granit von Schlackenwalde in Böhmen. Der Lichtschein weicht über die Probe hin, und schwindet nach stärkerem Erhitzen, ohne wiederzukehren. Daraus ist es vielleicht erklärlich, warum viele Varietäten schwächer, oder gar nicht phosphoresciren. Man könnte nämlich meinen, sie hätten durch Hitze diese Eigenschaft verloren. Schmilzt ziemlich schwer. In Salz- und Salpetersäure leicht auflöslich, nach Liebig löst er sich sogar im Wasser mit schwefelsaurem Ammoniak so leicht als Gyps. Schwefelsäure gibt einen Niederschlag von $\dot{C}a\,\dddot{S}$, besonders bei Verdünnung mit Alkohol, salpetersaures Silber gibt Chlorsilber, und das Mineral mit Schwefelsäure übergossen und erwärmt ätzt häufig Glas. Arseniksäure fehlt. Klaproth hielt ihn für bloßen phosphorsauren Kalk, bis G. Rose (Pogg. Ann. 9. 185) zeigte, daß analog dem Buntbleierz noch ein zweites Glied mit Cl und Fl vorhanden sei, daher

$$3\,\dot{C}a^3\,\ddot{\overline{P}} + Ca\,(\overline{Fl},\ \overline{Cl}),$$

etwa 45 $\ddot{\overline{P}}$ und 55 $\dot{C}a$. Rose unterscheidet nach diesem 2ten Gliede zwei Varietäten:

Fluorapatit enthält gegen 7,7 Ca $\overline{Fl}$ mit 2,1 Fl, und nur unbedeutenden Chlorkalk, dahin gehört der von Werner zuerst erkannte Apatit von Ehrenfriedersdorf, wo er in Gesellschaft von andern Fluoriden (Flußspath, Topas, Glimmer) auf Zinnsteingängen vorkommt, und die farblosen vom St. Gotthardt. Beide zeichnen sich durch großen Flächenreichthum aus. Aber auch die einfachern zeigen gewöhnlich mehr Fluor als Chlor. Als Muster eines

Fluorchlorapatit gilt der grünlich gelbe derbe aus dem Glimmerschiefer von Snarum in Norwegen, welcher etwa 2,6 Cl und 1,2 Fl d. h.

40 Chlor- und 60 Fluorapatit enthält. Reine Chlorapatite sind in der Natur nicht bekannt, auch ist die Masse, welche man beim Anrühren der frischgefällten phosphorsauren Kalkerde mit Chlorcalcium in der Glühhitze bekommt $\dot{C}a^3 \ddot{\ddot{P}} + Ca\,Cl$, also für Apatit zu reich an Chlor. Dagegen will Daubrée (Compt. rend. 32. 625)

künstlichen Apatit dargestellt haben: er leitete über dunkelroth glühenden Aetzkalk Chlorphosphordämpfe, wodurch ein Theil zu kleinen mikroskopischen Apatitsäulen wurde, das müßten reine Chlorapatite mit 10,6 Ca Cl sein. Verunreinigungen der Apatite sind nicht bedeutend, Bischoff wies einen kleinen Magnesiagehalt nach, Weber etwas Cer und Yttererde in denen von Snarum, das erinnert an Wöhlers Kryptolith in den röthlich grünen Apatiten von Arendal.

Krystallinischer Apatit bricht hauptsächlich schön auf den Zinnsteingängen des Erzgebirges und Cornwallis. Die einfachen Säulen von Bovey Tracey mit Turmalin, Rozna, Marschendorf ꝛc. könnte man leicht mit Beryll verwechseln. Die prachtvollen grünlichen Krystalle von Gouverneur in New-York liegen im Kalkspath wie die von Arendal, Pargas ꝛc., zu Hammond sollen sogar fußgroße Krystalle vorkommen. Im Ural sind besonders im Ilmengebirge bei Miask mehrere ausgezeichnete Fundorte bekannt. In den Alpen sind es die klaren von St. Gotthardt, der Spargelstein aus dem Talkschiefer des Zillerthales, die grünlich weißen trüben aus dem Glimmerschiefer von Faltigl. Die Auswürflinge des Lachersees und der Somma zeigen stellenweis viele lange Säulen, ähnlich am Kaiserstuhl, sogar aus dem Meteorstein von Richmond führt sie Shepard (Silliman Amer. Journ. 2. 379) wenn auch etwas zweifelhaft an.

Phosphorit nannte Werner den blumigstrahligen, etwas schaligen, erdig matten von Logrosan südöstlich Trurillo. Es herrscht darin deutlich ein blättriger Bruch, und auf der Oberfläche krystallisiren (scheinbar) sechsseitige Tafeln aus, welche wie beim schaligen Schwerspath pag. 371 auf der schmalen Kante stehen. Vor dem Löthrohr kann man sie leicht erkennen, da die Splitter trotz ihrer Undurchscheinenheit mit prachtvollem grünem Lichte phosphoresciren. Die Masse hat offenbar schon durch Zersetzungsprocesse gelitten, daher mag denn auch der größere Gehalt von 14 p. C. Ca Fl rühren. Er bildet Lager von 7′ Mächtigkeit auf Granit bedeckt von Thonschiefer, aber nur die mittlern 3′ enthalten 81 p. C. phosphorsaure Kalkerde, daher haben es englische Speculanten nicht der Mühe werth gehalten, ihn für Landwirthschaft zu benützen. Der traubige von Amberg liegt in Knollen auf der Oberfläche der Eisenerze des braunen Jura von Amberg, aber phosphorescirt nicht, doch zeigen Proben in Schwefelsäure getaucht die grüne Flamme. Einen erdigen Apatit untersuchte schon Klaproth von Szigeth in Ungarn.

Die Knochen der Wirbelthiere bestehen zwar im Wesentlichen aus phosphorsaurem Kalk, aber im Verhältniß $\dot{C}a^8 \ddot{\ddot{P}}^3$, so daß $\frac{1}{3}$ Atom Kalkerde weniger vorhanden sein würde (v. Bibra Chemische Untersuchungen über Knochen und Zähne. Schweinfurt 1844). Ein kleiner Gehalt an phosphorsaurer Talkerde, bis 2,5 p. C. fehlt fast nie, und dazu kommt kohlensaurer Kalk, der selbst bei Säugethieren 10 p. C. übersteigen kann. Dagegen findet sich in den Knochen so wenig Fluor, daß ihn manche

Chemiker geläugnet haben, und wenn Chlor vorkommt, so scheint es an Natron gebunden. In den Zähnen ist zwar die Fluorreaktion entschiedener, aber zur Constitution eines Apatit scheint Fluor auch hier nicht hinzureichen. Dagegen sind die fossilen Knochen oft übermäßig reich an Ca Fl (Erdmann Journ. prakt. Chem. 29. 314). Girardin und Preisser behaupten, daß unter dem Einflusse der Fäulniß sich $\dot{C}a^8 \ddot{\bar{P}}^3$ in $\dot{C}a^2 \ddot{\bar{P}} + 2\,\dot{C}a^3 \ddot{\bar{P}}$ zersetze, ohne eine Zu- oder Abnahme an Stoffen, und letzteres Salz bilde dann mit Ca Fl Apatit, der sich an der Oberfläche solcher veränderten Knochen sogar in kleinen sechsseitigen Säulen noch erkennen lasse. Lassaigne fand in den Zähnen von Anoplotherium 37 $\dot{C}a^3 \ddot{\bar{P}}$ und 15 Ca Fl, und man hat wohl behauptet, je älter die Knochen, desto fluorreicher. Dieses Fluor kann offenbar nur von außen her hinein gekommen sein, und allerdings hat sich auch gezeigt, daß in dem Boden und in dem Tagewasser ein geringer Fluorgehalt nicht fehlt.

Talkapatit mit 7,7 $\dot{M}g$ untersuchte Herrmann (Erdmann Journ. prakt. Chem. 31. 101) in kleinen matten erdartigen Krystallen aus Gängen im Talkschiefer von Slatoust, wo er mit Chlorospinell und Apatit zusammen vorkommt. Es möchte aber wohl nur Verwitterungsprodukt sein. Denn auch der

Wagnerit Fuchs Schweigger's Journ. 33. 269 $\dot{M}g^3 \ddot{\bar{P}} + Mg\,Fl$ enthält nach Rammelsberg Pogg. Ann. 64. 252 40,6 $\ddot{\bar{P}}$, 46,3 $\dot{M}g$, 4,6 $\dot{F}e$, 2,4 $\dot{C}a$, 9,4 Fl, wozu freilich die Formel nicht recht stimmt. Es sind kleine weingelbe, dem Brasilianischen Topas gleichende Krystalle von 3 Gew. und Härte 5, welche zusammen mit verwittertem Bitterspath und schön blauem Lazulith auf Klüften eines glimmerigen Thonschiefers im Rädelgraben bei Werfen (Salzburg) vorkommen. Levy (Pogg. Ann. 10. 326) hat die Krystalle 2 + 1gliedrig beschrieben: die Säule M = a : b : ∞c bildet 95° 25′, eine Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht mit M 109° 20′. Die Fläche a : ∞b : ∞c etwas blättrig. Ein hinteres Augitartiges Paar a′ : c : ½b macht in der Mediankante 138° 53′, außerdem kommt aber noch ein großer Flächenreichthum vor.

Eisenapatit 3 ($\dot{F}e^3$, $\dot{M}g^3$) $\ddot{\bar{P}}$ + Fe Fl nannte Fuchs (Journ. prakt. Chem. 18. 499) eine derbe blättrige nelkenbraune fettglänzende Masse, von 3,9 Gew. und Härte 5, welche zuweilen in 2gliedrigen Säulen von 129°, woran der blättrige Bruch die Gradendfläche bilden soll, gefunden wird. Aeußerlich große Aehnlichkeit mit dem Triplit von Limoges. Fand sich im Granit von Zwiesel, hat im Uebrigen mit dem Apatit gar keine Verwandtschaft.

2. Buntbleierz Weiß.

Daß es unter den Bleispathen einen schön grünfarbigen gebe, weiß schon Henkel in seiner Pyritologia, der Bergmann konnte es kaum übersehen, daher nannte es Linné plumbum virens, woraus dann die Werner'sche Benennung Grünbleierz entstand. Da sich aber auch andere Farben, gelb, braun ꝛc. finden, so ist der Weißische Name passender. Als Klaproth 1785 darin die Phosphorsäure nachgewiesen hatte, nannte es Karsten Phosphorblei, aber erst Wöhler (Pogg. Ann. 4. 161) zeigte

die Beständigkeit des Chlorgehalts, und Hausmann schlug darauf den Namen Pyromorphit vor, der auf das Verhalten vor dem Löthrohr anspielen soll. Plomb phosphaté, Phosphate of Lead.

Sechsgliedrig und vollkommen isomorph mit Apatit, in dieser Hinsicht ein höchst merkwürdiges Beispiel. Gewöhnlich herrschen die einfachen sechsseitigen Säulen mit Gradendfläche, die Säulen werden durch Querstreifen gern bauchig, aber ein Blätterbruch nach der Gradendfläche läßt sich nicht wie beim Apatit wahrnehmen. Das Diheraeder, die Endkanten der Säule abstumpfend, $x = a : a \infty a : c$ hat nach Haidinger $80^0\ 44'$ in den Seitenkanten, darnach $a = 1{,}358$. Bei den Arseniksäurehaltigen geht der Winkel bis auf $81^0\ 47'$ hinauf, also $a = 1{,}333$. Auch die 2te sechsseitige Säule kommt zu Huelgoat und Johann Georgenstadt vor. Von letzterm Orte kommen die schönsten Krystalle, sie zeigen sogar die drei Diheraeder r x z des Apatits, allein von den hemiedrischen Flächen (u) wurde noch nichts beobachtet.

Härte 3—4, Gew. 7, Diamantglanz mit geringer Durchscheinenheit, doch wirken feine Krystalle sichtlich auf das Dichroskop. Unter den Farben herrschen vorzugsweise Grün und Gelb, seltener Braun, was zuletzt ganz ins Weiße übergeht.

Vor dem Löthrohr schmelzen sie sehr leicht, geben in der innern Flamme einen Bleirauch, und was an arseniksaurem Bleioxyd vorhanden, reducirt sich, zuletzt bleibt eine Kugel von $\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b}^3\, \ddot{\bar{\mathrm{P}}}$, die beim Erkalten polyedrische, aber auf keine bestimmte Krystallformen zurückführbare Facetten bekommt. Wenn man in die schmelzende Perle Eisendraht steckt, so bildet sich brüchiges Phosphoreisen, und metallisches Blei wird in Gruben desselben niedergeschlagen. Schmelzt man eine Perle von Phosphorsalz, und setzt eine kleine Probe zu, so entweicht die Salzsäure unter Brausen und Geruch. In Salpetersäure und Kalilauge löslich. Das Chlor erkennt man durch $\dot{\mathrm{A}}\mathrm{g}\, \ddot{\bar{\mathrm{N}}}$, und wenn blos Blei vorhanden, so fehlt Fluor, weil dieses sich immer an Kalk bindet, und bei Gegenwart von $\mathrm{Ca}\, \mathrm{\bar{F}l}$ fehlt gewöhnlich $\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{s}$. Obgleich der Centner Grünbleierz oft nur $\frac{1}{8}$ Lth. Silber enthält, so kann man dieß doch durch Cupellation entdecken. Zu Beresow, wo es mit Rothbleierz vorkommt, hat es einen Chromgehalt, denn es gibt mit Phosphorsalz außen eine smaragdgrüne Perle. Die allgemeinste Formel würde sein:

$$3\,(\dot{\mathrm{P}}\mathrm{b},\ \dot{\mathrm{C}}\mathrm{a})^3\ (\ddot{\bar{\mathrm{P}}},\ \ddot{\mathrm{A}}\mathrm{s}) + (\mathrm{Pb},\ \mathrm{Ca})\ (\mathrm{\bar{C}l},\ \mathrm{\bar{F}l}).$$

Buntbleierz hat sich aus dem Bleiglanz in den obern Teufen der Gänge gebildet, auf dem Herrenseegen fraß es förmliche Löcher in den Bleiglanz, zu Mies in Böhmen bildet es Afterkrystalle nach Bleiglanz, bei Markirch in den Vogesen sogar nach Weißbleierz, das selbst erst aus Bleiglanz entstanden sein muß. Die Phosphorsäure muß daher wohl von außen in den Gang gerathen sein. Das Bestreben dieses Bleisalzes, sich zu constituiren, ist so groß, daß es Heintz (Pogg. Ann. 72. 113) einmal als das beste Mittel vorgeschlagen hat, um Phosphorsäure aus ihren Verbindungen von Alkalien und alkalischen Erden zu trennen. So mag es auch in die Spalten des Buntensandsteins am Commerschen Bleiberge, zu Jägerthal in den Vogesen, Sulzbach bei Amberg rc. gekommen sein. Als Hauptvarietäten sind etwa folgende zu merken:

1. Grünbleierz von Zschopau in Sachsen und Hofsgrund auf dem südlichen Schwarzwalde von Smaragd-, Gras- und Zeisiggrüner Farbe. An jenem Orte zuerst gekannt, an diesem so mächtig gefunden, daß es längere Zeit verhüttet wurde.

$3\,\dot{P}b^3\,\ddot{P} + Pb\,\bar{C}l$, etwa 87,7 $\dot{P}b^3\,\ddot{P}$ und 10,3 $Pb\,\bar{C}l$.

Klaproth erkannte darin die Phosphorsäure zuerst, hielt die Salzsäure aber für unwesentlich. Ganz frei von Arseniksäure. Von Kransberg bei Usingen in Nassau kennt man es ebenfalls in derben schweren Stücken mit bauchigen Säulen. Im Augenblicke des Krystallisirens glüht die Kugel sehr deutlich auf. Auf dem Herrenseegen kommt es traubenförmig vor mit einem schimmernden Jaspisbruch. Nach Nöggerath (Leonhard's Jahrb. 1847. 37) fanden sich auf der Asbacher Eisenhütte in den Ofenbrüchen künstliche Krystalle so schön als von Hofsgrund.

2. Braunbleierz Werner. Von nelkenbrauner bis weißer Farbe. Ein Theil derselben enthält keine Arseniksäure, wie die bekannten von Poullaouen und Huelgoët in der Bretagne, Ems, Rheinbreitenbach rc. Andere aber, darunter das weiße von Zschopau, breiten sich auf der Kohle aus, riechen nach Arsenik, dabei zeigen sich kleine Bleireguli, allein es bleibt noch eine ansehnliche Perle zurück. Wöhler gibt beim Zschopauer 2,3 $\ddot{As}$ auf 14,1 $\ddot{P}$ an, also $3\,\dot{P}b^3\,(\ddot{P}, \ddot{As}) + Pb\,\bar{C}l$.

Blaubleierz Werner, brach ehemals auf der Dreifaltigkeit zu Zschopau, Farbe zwischen indigblau und bleigrau (Bergm. Journ. II. 1. pag. 347). Nach Haidinger sind die regulären sechsseitigen Säulen Afterkrystalle der dortigen Grünbleierze nach Bleiglanz, die auch zu Huelgoët vorkommen (Pogg. Ann. 11. 371).

3. **Arseniksaures Bleierz** von Johann-Georgenstadt (Mimetesit Breithaupt's), von wachsgelber Farbe in den ausgezeichnetsten Krystallen, worin schon Valentin Rose die $\ddot{As}$ erkannte, und Wöhler 21,2 $\ddot{As}$ neben nur 1,3 $\ddot{P}$ nachwies, daher $3\,\dot{P}b^3\,(\ddot{As}, \ddot{P}) + Pb\,\bar{C}l$. Vor dem Löthrohr reducirt es sich schon in Entfernung von der Desorydationsflamme zu kleinen Bleireguli, und so wie man nur einigermaßen der innern Flamme sich nähert, zerstäubt die Probe plötzlich zu kleinen Bleikügelchen. Bei sorgfältiger Behandlung bemerkt man aber einen kleinen Rückstand. Zu Keswich in Cumberland krümmen sich die wachsgelben Säulen wurmförmig, und auf der Grube Hausbaden bei Badenweiler kommen garbenförmig eingeschnürte Säulen vor, welche sich dann zu strohgelben Trauben gruppiren. Die Trauben sind mit lauter kleinen Warzen bedeckt, und solche Wärzchen überziehen auch die Quarze. Vor dem Löthrohr hinterlassen sie übrigens schon einen bedeutendern Rückstand. In Cumberland kommen auch oraniengelbe bauchige Säulen vor (Kampylit, καμπύλος gekrümmt), sie sollen ihre Farbe einem kleinen Chromgehalt verdanken. Rammelsberg (Pogg. Ann. 91. 316) fand darin 3,3 $\ddot{P}$, 18,5 $\ddot{As}$, 2,4 Cl, 76,5 $\dot{P}b$. Traubige findet man auch bei Badenweiler, die sich durch ihre oraniengelbe Farbe gut von den dortigen strohgelben unterscheiden, sie lassen vor dem Löthrohr auch einen viel geringern Rückstand. Ein kleiner Kalkgehalt schließt sie übrigens an

4. Polysphärit Breithaupt (Pogg. Ann. 26. 489) von den Gruben Sonnenwirbel und St. Niclas bei Freiberg. Kugeln und Tropfen von

nelkenbrauner bis isabellgelber Farbe gruppiren sich traubig. Ihr specifisches Gewicht nur 6,1, wegen einer Beimischung von 12 p. C. Fluorapatit, folglich ohne Arsenikſäure:

$$3\,(\dot{Pb},\,\dot{Ca})^3\,\ddot{\bar{P}} + (Pb,\,Ca)\,(\text{Ȼl},\,\overline{Fl}).$$

Die Löthrohrperle krystallisirt nicht. Die grauen Trauben von Mies in Böhmen haben nach Kersten nur 7,7 Apatit, daher heißt sie Breithaupt Miesit.

Traubige Bleierze sind überhaupt leicht verunreinigt. Schon Romé de l'Isle erwähnt eines Plomb rouge en stalactites von Huelgoët, was Gillet-Laumont Plomb gomme (Bleigummi) nennt, weil es das Ansehen von Arabischem Gummi hat. Berzelius fand darin 37 $\ddot{Al}$, darnach wäre die Formel $\dot{Pb}\,\ddot{Al}^2 + 6\,\dot{H}$. Andere fanden auch wahrhaft Buntbleierz eingemengt $3\,\dot{Pb}^3\,\ddot{\bar{P}} + Pb\,\text{Ȼl} + 18\,\dot{H}^3\,\ddot{Al}$. Kobaltsolution färbt die Perle schön blau. Solche schöne blauen Perlen gibt auch der

Nussierit von den Halden der Grube Nussière bei Beaujeu im Dep. Rhone, hier bekommt man selbst von den krystallisirten sechsseitigen Säulen schöne blaue Farben, ein Beweis, daß die Thonerde nur Beimischung sein dürfte. Breithaupt's

Hedyphan (ἡδυφανής lieblich glänzend, da es Diamantglanz besitzt) von Långbanshytta in Wärmeland, eine derbe graulichweiße schwach krystallinische Masse, von nur 5,5 Gew., bildet fingerbreite Trümmer im braunen Granate und Mangankiesel aus den dortigen Eisenerzgruben. Nach Kersten $3\,(\dot{Pb},\,\dot{Ca})^3\,(\dddot{As},\,\ddot{\bar{P}}) + Pb\,\text{Ȼl}$. An derselben Stelle kommt auch Kühn's Berzeliit vor, eine derbe gelblichweiße durchscheinende fettglänzende Masse, Härte 5—6, Gew. 2,5. $\dot{Ca}^3\,\dddot{As} + (\dot{Mg},\,\dot{Mn})^3\,\dddot{As}$.

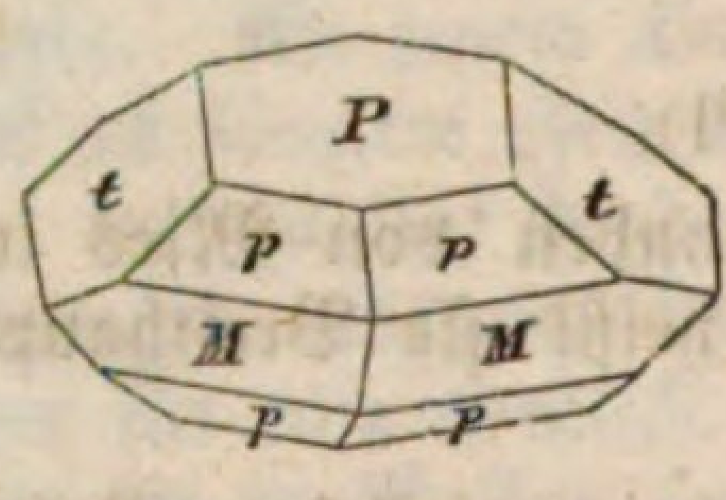
3. Amblygonit Breith.

Ἀμβλυγόνιος stumpfwinklig, weil man ihn anfangs für rechtwinklig hielt und mit Skapolith verwechselte, Hoffmann Handb. Mineral. IV. b. 159.

Man kennt nur 2 gleiche Blätterbrüche, die sich unter 106° 10′ schneiden, folglich 2gliedrig und 2 und 1gliedrig sein können. Härte 6, Gew. 3, trüb und Feldspathartig aussehend, auch sind die Blätterbrüche etwa so deutlich wie M Feldspath. Allein vor dem Löthrohr schmilzt das Mineral außerordentlich leicht, und in günstigen Fällen nimmt man dabei eine grünliche Phosphorescenz wahr. Berzelius wies darin $\ddot{\bar{P}}$, $\ddot{Al}$, $\dot{Li}$ und Fl nach und gab ihm darnach die ungefähre Formel $\dot{Li}^2\,\ddot{\bar{P}} + \ddot{Al}^4\,\ddot{\bar{P}}^3$, da es aber die Flamme nicht roth sondern gelb färbt, so läßt das auch auf einen Natrongehalt schließen. Rammelsberg Pogg. Ann. 64. 265 schreibt ihm $\dot{R}^5\,\ddot{\bar{P}}^3 + \ddot{Al}^5\,\ddot{\bar{P}}^3 + R\,\overline{Fl} + Al\,\overline{Fl}^3$ mit 5,7 $\dot{Li}$, 0,5 Li, 5 $\dot{Na}$, 0,7 Na 47,8 $\ddot{\bar{P}}$ ꝛc. Das seltene Fossil kommt zu Chursdorf und Arnsdorf ohnweit Penig in Sachsen in Steinbrüchen des Granits mit Topas, Turmalin, grünem Talkglimmer vor. Noch seltener ist Haidinger's

Herderit, welchen Breithaupt schon im Jahre 1813 im Flußspath der Zinnsteingruben von Ehrenfriedersdorf entdeckte, und an Werner verschenkte. Lange war dieß das einzige Stück, welches Werner selbst für Apatit hielt, weil es namentlich dem Spargelstein vom Zillerthal sehr

gleichen soll. Allein Haidinger's (Pogg. Ann. 13. 502) Messungen zeigten, daß es 2gliedrig sei. Eine rhombische Säule $M = a : b : \infty c$ 115° 53′ ist blättrig, darauf ist ein Oktaeder $p = a : b : c$ mit 141° 16′ und 77° 20′ in den Endkanten aufgesetzt, eine Fläche $t = c : \frac{2}{3}b : \infty a$ macht diese Endigung scheinbar diheraedrisch, und da nun auch die Gradendfläche $P = c : \infty a : \infty b$ nicht fehlt, so konnte man dabei wohl an Apatit denken, Härte 5, Gew. 3. Mit Kobaltsolution schön blau, und der wesentliche Gehalt ist $\dot{C}a$, $\ddot{A}l$, $\ddot{P}$ und Fl.



4. Türkis.

Ein alter Edelsteinname, wahrscheinlich weil er aus Persien durch die Türken zu uns kam. Agricola 626 sagt von ihm: alii boream, juniores Turcicam nominant. Ohne Zweifel Jaspis Persae Persischer Jaspis Plin. hist. nat. 37. 37 aeri similem. Dagegen hat Fischer in Moskau ihn auf den Callais Plinius 37. 33 und 56 mit solcher Bestimmtheit bezogen, daß ihn viele Mineralogen seitdem Callais nennen.

Man kennt ihn nur derb und unkrystallinisch, höchstens in traubigen Ueberzügen. Wachsglanz. Himmelblau bis berggrün. Gew. 2,7—3, Härte 6. Vor dem Löthrohr schwärzt er sich und ist unschmelzbar, einem Kupferorydgehalt von 1,5—2 p. C. scheint er seine schöne Farbe zu danken, färbt daher schon für sich die Flamme grün. Herrmann in Erdmann's Journ. prakt. Chem. 33 284 gibt dem orientalischen die Formel $\ddot{A}l^6 \ddot{P}^3 + 15 \dot{H}$, er fand im schönsten blauen 47,4 $\ddot{A}l$, 27,3 $\ddot{P}$, 18,2 $\dot{H}$, 2 $\dot{C}u$, 3,4 $\dot{C}a^3 \ddot{P}$.

Der ächte orientalische Türkis (de la vieille roche) kommt als Geschiebe und anstehend zwischen Nischabur und Meschhed im nordöstlichen Persien vor. Die Bucharen bringen ihn aus dem Muttergestein herausgeschlagen nach Moskau in den Handel: er bildet dünne Adern im Kieselschiefer, und wenn er in dickern Massen vorkommt, so ist er unrein. Major Macdonald hatte auf der Londoner Industrieausstellung 1851 die feinsten Türkise aus den Wüsten Arabiens vorgelegt, wo sie in reinster Masse bis zur Haselnußgröße in einem weichen gelben Sandstein brechen. Die grüne Farbe herrscht vor, aber nur die blauen werden geschätzt, unter Erbsengröße haben sie geringen Werth, allein darüber steigen sie schnell im Preise, doch kommt es dabei wie beim edeln Opal wesentlich auf die Schönheit der Farbe an. Muggelich geschliffen, benützt man ihn hauptsächlich zum Einfassen werthvoller Edelsteine. Auch in Hochasien soll er vorkommen. 1850 fand Glocker spangrüne traubige dünne Ueberzüge auf Klüften des Thonschiefers von Steine bei Jordansmühle (Pogg. Ann. 64. 633) und an andern Punkten Schlesiens. Breithaupt's

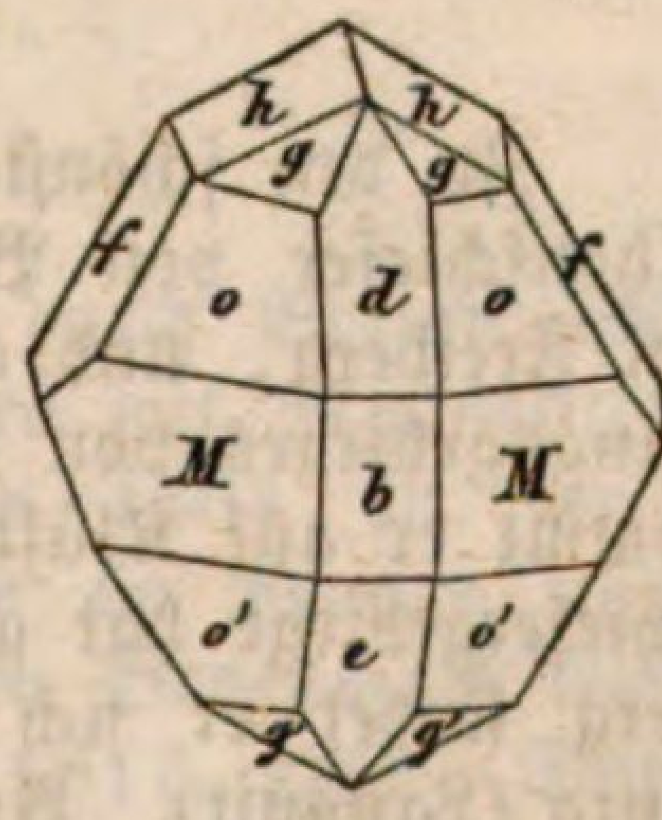
Variscit (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 10. 506) aus dem Kieselschiefer von Meßbach bei Plauen im Voigtlande wird apfelgrün und zuletzt ganz mattfarbig, soll aber nach Plattner im wesentlichen auch aus Phosphorsaurer Thonerde bestehen.

Zahntürkis, Turquoise de nouvelle roche. Darunter begreift

man besonders den Schmelz von Mastodon- und Dinotheriumzähnen, welche die Härte des edlen Türkises haben. Im südlichen Frankreich (Simorre) wurde früher ein förmlicher Bergbau darauf getrieben, der Schmelz war zwar nur graublau, etwa wie man ihn hin und wieder in den Bohnenerzen der Schwäbischen Alp findet, allein durch Erhitzen wurde er schöner. In Sibirien werden auch Mammuthszähne, welche durch Blaueisenerde gefärbt sein sollen, verwendet.

Blauspath Wern., Lazulith Karsten (nicht mit Lasurstein pag. 297 zu verwechseln, den die Franzosen auch Lazulite nennen), Klaprothin Beudant. Derselbe wurde zuerst von Widenmann (Bergmänn. Journ. 1791. Bd. 1. 345) im Freschnitzgraben, welcher sich in das Mürzthal ohnweit Krieglach in Obersteiermark öffnet, bemerkt, wo er derb in einem schneeweißen Quarz mit silberfarbigem Glimmer vorkommt, weshalb ihn Werner anfangs für Feldspath hielt; blaß smalteblau bis in's Berggrün, mit splitterigem Hornsteinartigem Bruch und wenig innerm Glanz, Härte 5—6, Gew. 3. Klaproth übersah die Phosphorsäure, doch geben sie mit Schwefelsäure befeuchtet eine schwachgrüne Flamme, mit Kobaltsolution ein schönes Blau, Brandes wies 43,3 P̈, 34,5 Äl, 13,5 Ṁg, 6,5 S̈i und 0,5 Ḣ nach. Schon im Anfange des Jahrhunderts fand sich die Lasurblaue Abänderung im glimmerhaltigen Thonschiefer vom Rädelgraben bei Werfen (Klaproth Beitr. IV. 288), sie kommt dort zwar selten aber schön krystallisirt vor, und soll 2 + 1gliedrig sein:

Eine geschobene Säule M = a : b : ∞c 91° 30′; b = a : ∞b : ∞c stumpft die vordere stumpfe Säulenkante gerade ab; P = c : ∞a : ∞b macht 88° 2′ gegen die Axe c, daher können o = a : b : c vorn in Kante a : c 100° 20′ und o′ = a′ : b : c hinten in Kante a′ : c 99° 40′ kein Rhombenoktaeder bilden, wie man es früher ansah, obgleich der Typus häufig ein zweigliedriges Ansehen hat. Dann kommen auch d = a : c : ∞b, e = a′ : c : ∞b, f = b : c : ∞a, g = a : b : ½c, g′ = a′ : b : ½c, h = b : ⅓c : ∞a vor. Meist derb mit Glasglanz. Nach Fuchs sind sie



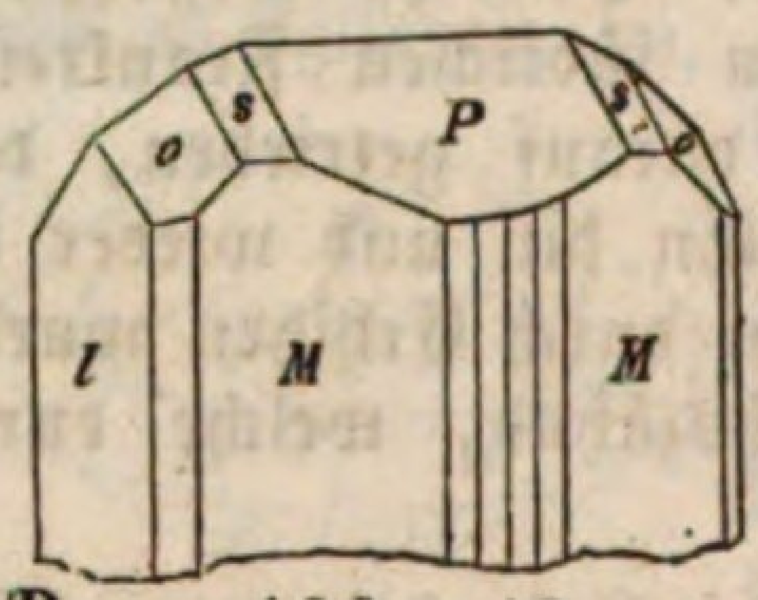
$$\ddot{A}l^4\,\ddot{P}^3 + 2\,\dot{M}g^3\,\ddot{P} + 6\,\dot{H}$$

mit 41,8 P̈, 35,7 Äl, 9,3 Ṁg, 6 Ḣ, 2,6 Ḟe, 2 S̈i.

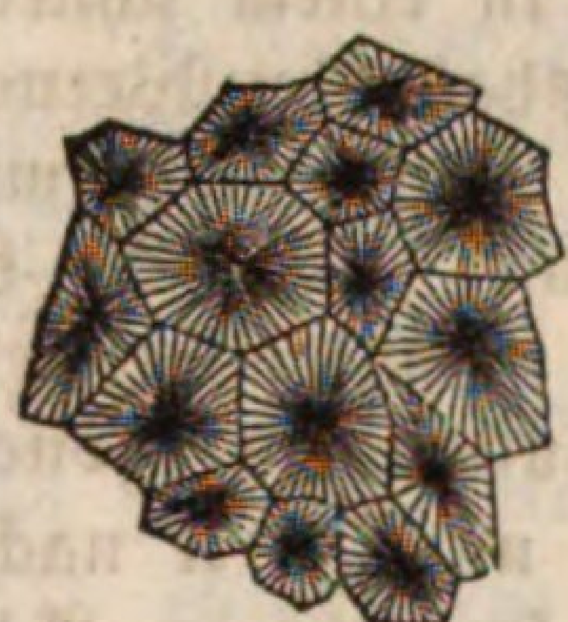
5. Wavellit

wurde von Dr. Wavel im Uebergangsgebirge von Barnstaple in Devonshire entdeckt, und von Babington nach ihm benannt. Davy (Philosoph. Transact. 1805 pag. 155) sammt seinen Nachfolgern übersah darin die Phosphorsäure, und nannte es Hydrargillite. Erst 1816 fand Fuchs im Lasionit von Amberg P̈, und vermuthete, daß sie auch im Wavellit sein möchte, was er 1818 bestätigte, wodurch sich beide als gleich erwiesen.

Zweigliedriges System. Krystalle bilden gewöhnlich nur sehr kleine Nadeln, nach Phillips und Dufrénoy sollen die von Huelgayec in Südamerika meßbar sein: eine blättrige Säule M = a : b : ∞c macht 122° 15′, deren scharfe Kante durch l = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft



wird. Ein Paar P = a : c : ∞b soll nach Philips in der Axe c sich unter 107° 26′, nach Dufrénoy unter 94° 10′ schneiden. Mehrere Zuschärfungen der stumpfen Säulenkante. Senff (Pogg. Ann. 18. 474) hat Nadeln von höchstens $\frac{1}{6}$ Linie Dicke von Frankenberg in Sachsen unter dem Mikroscop gemessen, er fand M/M = 126° 25′, P/P = 106 • 46, und bestimmte darnach a : b : c = 1 : 1,98 : 0,743; s = a : b : c, o = a′ : c : $\frac{1}{2}$b. Kommt meist nur excentrisch faserig vor, die Fasern begränzen sich nicht selten unter markirten Linien, und werden so den Zellen gewisser Sternkorallen nicht unähnlich. Wo die Masse Platz hatte zum Krystallisiren, endigen die Fasern nach außen immer breiter werdend auf der kugeligen Oberfläche gewöhnlich mit dem Paare P, das herausragt, und dann an Schwerspathtafeln erinnert, oder sich kugelförmig rundet.



Härte 3—4, Gew. 2,3—2,5. Weiße Farbe herrscht vor, geht aber nicht selten auch in's Grün und Blau. Glasglanz.

Vor dem Löthrohr selbst in feinen Splittern unschmelzbar, färbt aber für sich schon die Flamme deutlich grün, daran mag ein kleiner Flußsäuregehalt Schuld sein, der nach Berzelius 2 p. C. beträgt:

$$3\,(\ddot{Al}^4\,\ddot{P}^3 + 18\,\dot{H}) + Al\,Fl^3.$$

Zu den schönsten Vorkommen gehören die zuerst gekannten aus dem Thonschiefer von Barnstaple, aus dem Kieselschiefer von Langenstriegis bei Freiberg, und aus einer sehr sandigen Grauwacke des ältern Uebergangsgebirges von Zbirow bei Beraun. Auch zu Diensberg bei Giessen kommt er auf Klüften des Thonschiefers vor. Dieses Auftreten im Thonschiefergebirge hat große Verwandtschaft mit dem des Türkises. Zu Amberg findet er sich in weißen Kugeln mitten im Eisenerz des braunen Jura (Lasionit). Am Vesuv kommt er sogar auf ausgeworfenen Marmorblöcken vor, doch sind die Anflüge hier sehr zart. Breithaupt's Striegisan, grünliche hellzersetzte Kugeln in Klüften des Kieselschiefers von Langenstriegis, soll chemisch nicht verschieden sein. Eine eigenthümliche Abänderung bildet der

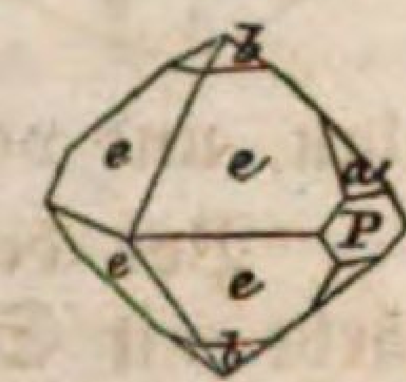
Kakoxen. Von Steinmann 1825 in den Brauneisenerzen von St. Benigna im Berauner Kreise gefunden, wo es wavellitartige Ueberzüge von ockergelber Farbe bildet, und die Erze verschlechtert (κακός schlecht ξένος Gast). Die Ueberzüge oft so zart, daß sie Seidenglanz zeigen. Der größte Theil der Thonerde durch $\ddot{F}e$ vertreten, und da auch Fluor angegeben wird, so möchte er wohl hier seinen besten Platz haben. An dem gleichen Fundorte kommt auch Breithaupt's Beraunit vor, der wohl nur das gleiche sein dürfte.

Peganit Breithaupt (Schweigger Journ. 60. 308) mit Wavellit auf der Höhe zwischen Langenstriegis und Frankenberg bei Freiberg, geht bis ins Smaragdgrüne. Soll nach Hermann (Erdmann Journ. prakt. Chem. 33. 287) $\ddot{Al}^6\,\ddot{P}^3 + 18\,\dot{H}$ sein, doch weicht die Krystallisation

wohl nicht wesentlich ab, da M/M = 127° ist. Diesem sehr verwandt ist der

Fischerit. Hermann l. c. 33. 285 von Grasgrüner Farbe, rindenartige Ueberzüge auf Klüften von Sand- und Thoneisenstein zu Nischnei Tagilsk bildend, zuweilen auch feine krystallinische Säulen. Apatithärte, Gew. 2,46. $\ddot{Al}^6 \ddot{P}^3 + 24 \dot{H}$.

Childrenit Lévy Pogg. Ann. V. 163 ist auf einem Spatheisensteingange zu Tavistock in Devonshire vorgekommen, worauf die kleinen Krystalle Drusen bilden. Zweigliedrige Oktaeder e = a : b : c, Kante a : c 130° 20′, b : c 102° 30′ und a : b 97° 50′, daraus folgt



$$a : b = \sqrt{1{,}103} : \sqrt{2{,}448}.$$

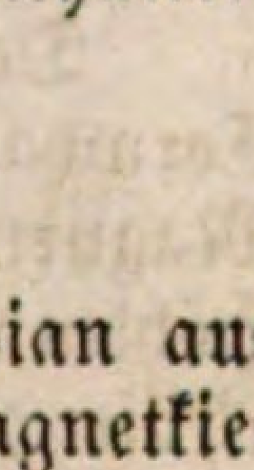
Ein stumpferes Oktaeder b = a : b : $\frac{1}{3}$c schärft die Endecke zu; P = b : ∞a : ∞c etwas blättrig, a = b : 3c : ∞a. H = 5, Gew. = 3,26. Durchsichtige glasglänzende gelblichbraune bis schwarze Krystalle, die zuweilen nur krystallinische Häutchen auf Spatheisenstein bilden. Nach Rammelsberg Pogg. Ann. 85. 435 :
$2\,(\dot{Fe}, \dot{Mn})^4\, \ddot{P} + \ddot{Al}^2\, \ddot{P} + 15\, \dot{H}$ mit 29 $\ddot{P}$, 14 $\ddot{Al}$, 30 $\dot{Fe}$, 9 $\dot{Mn}$, 17 $\dot{H}$.
Es werden in England noch mehrere Fundorte angegeben.

Amblygonit, Türkis und Wavellit bilden wegen ihres großen Thonerdegehaltes eine besondere Gruppe, die H. Prof. Weiß deshalb auch unter die Haloidsteine pag. 297 stellt, ob sie gleich keine Kieselerde enthalten.

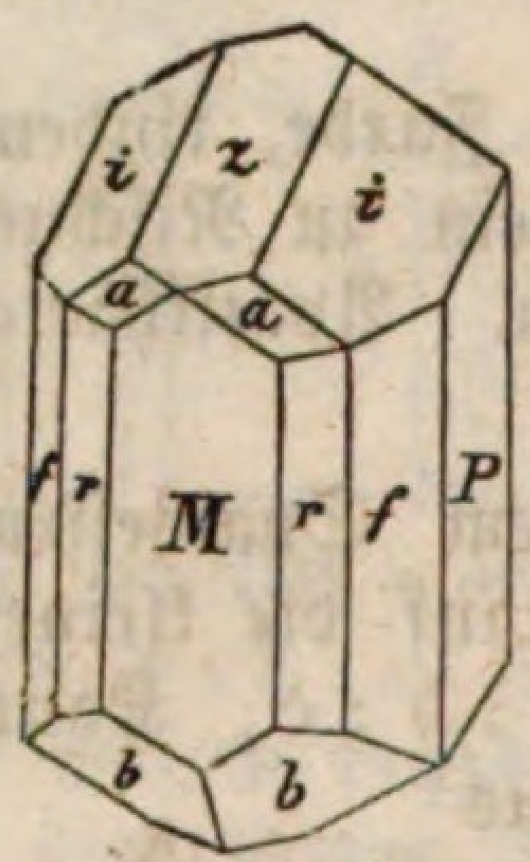
6. Vivianit Wern.

Werner bekam die erste krystallisirte Blaueisenerde durch Vivian aus Cornwall, wo sie auf der Grube Huelkind zu St. Agnes mit Magnetkies vorkommt. Die Franzosen (Laugier Ann. du Muséum 1804. III. 405) kannten das Phosphate de fer schon früher von Isle de France und Brasilien. Uttinger erkannte bereits 1807, daß das von Bodenmais kein Cyanit sei (Denkschrift. Münchner Akad. Wissensch. 1817. 233). Das erdige Eisenblau kannte man längst vorher, denn schon Wallerius nannte es Coeruleum Berolinense nativum. Isomorph mit Kobaltblüthe und Pharmacolith.

2 + 1gliedrig, und so genau Gypsartig, daß Breithaupt schon 1818 den Namen Eisengyps in Vorschlag brachte. f = a : b : ∞c 111° 6′; P = b : ∞a : ∞c so deutlich blättrig als Gyps; M = a : ∞b : ∞c stumpft die stumpfe Säulenkante f/f ab, und würde dem muscheligen Bruche des Gypses entsprechen, der aber nicht vorhanden zu sein scheint. Die beim Gyps seltene z = $\frac{1}{2}$a : c : ∞b ist gewöhnlich und z/M bilden eine rhomboidische Säule von 125° 18′, gegen welche P rechtwinklig steht. Ein faseriger Bruch auf der Hinterseite ist vorhanden, er macht aber gegen Axe c einen Winkel, der nur wenige Grade kleiner ist als der rechte. Entspräche er der Fläche T = $\frac{1}{2}$a′ : c : ∞b, welche Dufrénoy 109° 5′ gegen M angibt, so wäre das eine auffallende Analogie. Sein Vorhandensein merkt man besonders in der verschiedenen Härte auf P, denn mit einer feinen Nadel spürt man, daß das Mineral senkrecht gegen die



Faser entschieden ritzbarer ist, als parallel derselben. Außerdem ein Paar aus der Diagonalzone von z, wahrscheinlich i = c : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{8}$b 119° 4′ in der Mediankante, ein Paar b aus der Diagonalzone von T gibt schon Phillips an. In der Säulenzone zwischen f und M die r = a : $\frac{1}{3}$b : ∞c, und eine seltene Fläche a scheint nach Phillips die Kanten i/M abzustumpfen. Dünne Blätter geben im polarisirten Licht so schöne Farben, als der Gyps, daher müssen die optischen Axen im blättrigen Bruch P liegen.



H = 2, Gew. 2,6. An sich farblos und sehr durchsichtig, durch Verwitterung wird er aber smalte- bis indigblau, und verliert dann sehr an Durchsichtigkeit. Milde und etwas biegsam.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht zu einer magnetischen Kugel, und färbt mit Schwefelsäure befeuchtet die Flamme grün. Das ursprüngliche farblose Salz soll $\dot{F}e^3 \ddot{\bar{P}} + 8 \dot{H}$ sein, allein nach Rammelsberg tauschen von je 8 Atomen des Salzes 2 Atome die Hälfte ihres Wassers gegen 3 Sauerstoff aus, wodurch die blaue Farbe und die complicirtere Formel

$$6 (\dot{F}e^3 \ddot{\bar{P}} + 8 \dot{H}) + (\ddot{F}e^3 \ddot{\bar{P}}^2 + 8 \dot{H})$$

entsteht. Der Vivianit ist im Wasser unlöslicher, als der phosphorsaure Kalk, wenn daher kohlensaures Eisenoxydul zu Lösungen des letztern kommt, so bildet sich Vivianit. Daher läßt sich das Eisenblau in Torfmooren, in Markröhren lange gelegener Leichname ꝛc. leicht erklären.

Der krystallisirte kommt auf Gängen des Thonschiefers von Cornwallis und des Granites von Bodenmais, an beiden Orten mit Magnetkies, vor. Höchst eigenthümlich ist das prachtvolle Vorkommen in Höhlen von Steinkohlenschlacken eines unterirdischen Brandes von la Bouiche (Allier.) Zu Schunguleck bei Kertsch in der Krimm kommen in einem tertiären Thoneisensteinflötz weißschalige Muscheln von Mytilus Brardii vor, die im Innern gänzlich mit Blaueisenerde erfüllt sind, in welcher krystallisirte Strahlen von Vivianit liegen. Aehnlich das Vorkommen des Mullicit's in den Mullica-Hills von New-Jersey, wo die Blaueisenerde in fingersgroßen Röhren sich ablagert.

Auf der Lava von Isle de France kommt er fasrig wie der Fasergyps vor, und der Faser geht auch der blättrige Bruch P parallel (Dufrénoy Trait. Minér. II. 534.). Der Anglarit von Anglar Dep. Haut Vienne ist strahlig.

Den erdigen findet man am häufigsten, besonders in Torfmooren und Tertiären Thonen. Frisch gegraben verräth er sich gewöhnlich noch nicht durch blaue Farbe, diese tritt erst an der Luft ein. Nesterweis eingesprengt, aber auf mannigfache Weise verunreinigt. Macht die Sumpferze kaltbrüchig.

Es gibt noch eine ganze Reihe phosphorsaurer Eisenerze theils wasserhaltig, theils wasserfrei, sind aber selten:

a) Grüneisenstein (Kraurit, Dufrenit), zuweilen in kleinen Oblongoktaedern, gewöhnlich aber von ausgezeichneter Glaskopfstruktur (ein grüner Glaskopf), die Faser scheint blättrig, dunkel lauchgrün, aber mit zeisiggrünem Strich, H = 3—4, Gew. 3,3. Schmilzt leicht

zu einer schwarzen Schlacke. Kersten untersuchte den vom Hollerter Zuge im Siegenschen, er fand

$63{,}4\ \ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e},\ 27{,}7\ \ddot{\mathrm{P}},\ 8{,}5\ \dot{\mathrm{H}}$, das gäbe $2\ \ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}^2\ \ddot{\mathrm{P}} + 5\ \dot{\mathrm{H}}$.

Andere fanden aber auch $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, daher könnte er schon orydirt sein. Ausgezeichnet zu Göritz im Fürstenthum Reuß. Werner's

Grüneisenerde (Hypochlorit Schüler) von zeisiggrüner Farbe gleicht in ihrem dichten Zustande edlem Serpentin, ist aber viel härter H = 6, Gew. 3. Verwittert zum Erdigen. Ist ein Zersetzungsprodukt mit 50 Kieselerde, 14,6 $\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$, 13 Wismuthoryd und 10,5 $\ddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ mit 9,6 $\ddot{\mathrm{P}}$. Schmilzt daher nicht. Schneeberg, Ullersreuth, Schindelloh in der Oberpfalz. Durch Verwitterung wird sie Serpentinartig und weich. Zu Bodin bei Neusohl scheint sie durch Zersetzung des Eisenpecherzes zu entstehen.

b) Hureaulit Alluaud, phosphorsaures Eisenmangan, kleine Gänge im Granit von Hureault bei Limoges in Centralfrankreich bildend. Dufrénoy beschreibt die Krystalle 2 + 1gliedrig, eine Säule M/M macht vorn einen scharfen Winkel 62° 30′, die scharfe Kante gerade abgestumpft durch h, ein Augitpaar e macht 88° untereinander, ihre Mediankante 68° gegen die Are c geneigt. Glasartiger Bruch, hell hyacinthroth und sehr durchsichtig, daher Hyacinthen gleichend, aber nur Apatithärte und Gew. 2,3. Leicht zu einer schwarzen Kugel schmelzend. $(\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}, \dot{\mathrm{F}}\mathrm{e})^5\ \ddot{\mathrm{P}} + 8\ \dot{\mathrm{H}}$. Mit ihm kommt der



Heterosit vor, in derben blättrigen Massen, zwei Blätterbrüche schneiden sich unter 100°. Ihre bläulichgrüne Farbe erinnert sehr an Triphylin, allein diese verschießt an der Luft ins Violett. Fuchs hält sie daher für seinen

c) Triphylin Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1834. III. 98, φυλή Stamm, also dreistämmig, weil er aus drei Phosphaten besteht. Am Rabenstein bei Zwiesel in Nestern des Granits mit Albit und gemeinem Beryll vorkommend. In großen derben Feldspathartigen Stücken, die man nicht für das halten sollte, was sie sind. Zwar kommt mit ihnen sehr ähnlich aussehender Albit vor, allein derselbe hat Zwillingsstreifen auf P, und schmilzt sehr schwer, während Triphylin außerordentlich leicht schmilzt.

Zwei ungleiche Blätterbrüche, wenn auch lange nicht so deutlich als beim Feldspath, lassen sich mit ziemlicher Sicherheit erkennen, sie schneiden sich unter rechten Winkeln. Fuchs gibt sogar noch zwei andere an, die sich ungefähr unter 132° in einer rhombischen Säule schneiden sollen, allein man kann sich an derben Stücken kaum von ihrer Existenz überzeugen, der 2te Blätterbruch wird dann die scharfe Säulenkante dieser Säule abstumpfen, und der erste ungefähr gegen sämmtliche senkrecht stehen. Grünlichgraue Farbe, aber vielfach von ganz schmalen dunkelblauen Trümmern durchzogen, die ihrer Farbe nach Vivianit sein mögen, und einzelnen Stellen auch ihre blaue Farbe mittheilen. Härte 4—5, Gew. 3,6. Schwacher Fettglanz. Durch Verwitterung wird es eine schwarze bröckliche Masse.

$(\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}, \dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}, \dot{\mathrm{L}}\mathrm{i})^3\ \ddot{\mathrm{P}}$ mit 41,5 $\ddot{\mathrm{P}}$, 48,6 $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, 4,7 $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$, 3,4 Lithion.

In Salzsäure leicht löslich, wird diese abgedampft und dann mit Wein=

geist digerirt, so brennt der Weingeist mit purpurrother Flamme (Lithionreaction). Die Lithionflamme, mit dem Grün der Phosphorsäure gemischt, zeigt sich auch, wenn man eine kleine Menge Pulver im Oehre des Platindrahts an der blauen Flamme schmilzt. Das Lithion geht durch die Verwitterung leicht verloren, es oxydirt sich $\dot{Fe}$ und $\dot{Mn}$ zu $\ddot{Fe}$ und $\ddot{Mn}$, die Masse nimmt dabei Wasser auf, wird schwarz und es entsteht $(\ddot{Fe}, \ddot{Mn})^3 \ddot{P}^2 + 3 \dot{H}$.

Berzelius (Pogg. Ann. 36. 474) erwähnt von Keiti bei Tammela in Finnland eines gelben Tetraphylin, der auch leicht schwarz wird, und vier Basen $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$, $\dot{Mg}$ und $\dot{Li}$ hatte.

d) Triplit Hausmann mit gemeinem Beryll aus einem Quarzgange des Granites von Limoges. Bräunlich schwarze Masse mit Fettglanz, die Splitter scheinen lichtbraun durch. Es werden öfter auch dreierlei auf einander rechtwinklige Blätterbrüche angegeben. Härte 5, Gew. 3,7. Schmilzt leicht zu einer magnetischen Perle, und besteht aus $\dot{Fe}^4 \ddot{P} + \dot{Mn}^4 \ddot{P}$. Den

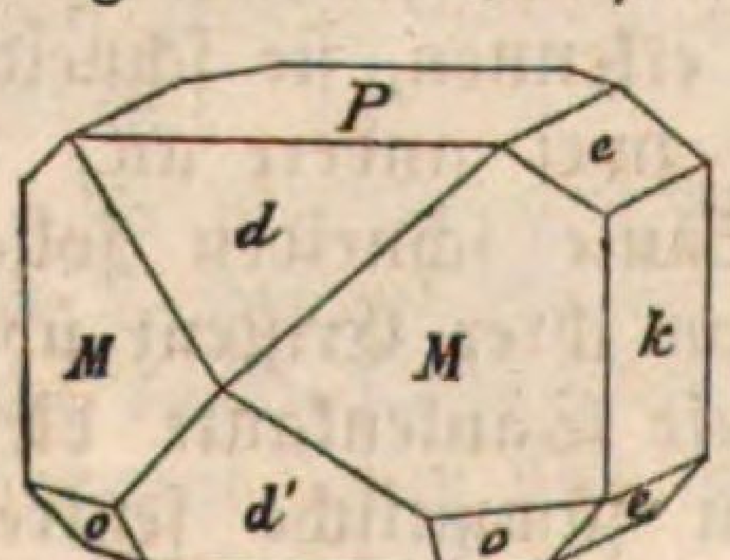
Delvaurit $\ddot{Fe} \ddot{P} + 24 \dot{H}$ fand Delvaux auf den Halden von Berneau bei Visé, eine bräunlich schwarze Masse von Wachsglanz, Gew. 1,8, Härte 2, zerspringt wie Bol im Wasser mit Geräusch, daher wohl nur Verwitterungsprodukt.

Als Mineralogische Seltenheiten verdient etwa noch genannt zu werden

Kryptolith (κρυπτός verborgen) Wöhler fand ihn 1846 in feinen Nadeln im rothen Apatit der Magneteisengruben von Arendal. Die Nadeln traten erst zum Vorschein, wenn man Stücke von Apatit in verdünnter Salpetersäure löste, 27,4 $\ddot{P}$ und 73,7 Ceroxydul.

Phosphorsaure Yttererde wurde 1824 von Berzelius untersucht (Pogg. Ann. 3. 203 und 60. 591) und findet sich mit Orthit in einem Gange von grobkörnigem Granit von Hitteröe. Man kennt nur viergliedrige Oktaeder mit 82° in den Seitenkanten, etwa Linienlang. Deutlich blättrig nach der ersten Quadratischen Säule a : a : ∞c. Chocoladenbraun, dünne Splitter bräunlichroth, durchscheinend, Fettglanz, reichlich Flußspathhärte, Gew. 4,5. Unschmelzbar. 62,6 $\dot{Y}$, 33,5 $\ddot{P}$ also $\dot{Y}^3 \ddot{P}$.

Monacit (μονας Einzelwesen) Breithaupt Schweigger's Journ. 55. 301, Mengit Brooke Pogg. Ann. 23. 362. aus dem Granit des Ilmengebirges. Die Flächen lassen sich wegen ihrer Mattigkeit nur annäherungsweise messen, sind aber 2 + 1gliedrig. M = a : b : ∞c 95° 30′, die blättrige P = c : ∞a : ∞b macht 100° mit M; k = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Kante gerade ab; die vordere Schiefendfläche d = a : c : ∞b macht mit P 140° 30, die hintere d′ = a′ : c : ∞b macht mit P 129°; e = b : c : ∞a, o = a′ : b : c tritt nur hinten

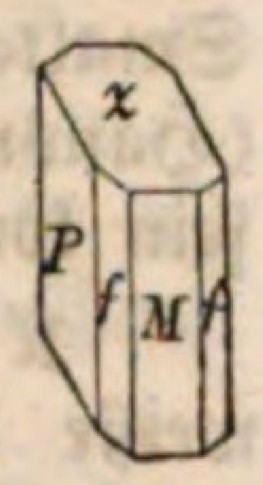


auf, i = a : ½b : ∞c. Röthlichbraun, bis hyacinthroth, etwas Fettglanz, H = 5, Gew. 5. Unschmelzbar, nach Kersten $\dot{R}^3 \ddot{P}$, 28,5 $\ddot{P}$, 26 Ceroxyd, 23,4 Lanthanoxyd, 17,9 Thorerde, 2,1 Zinnoxyd 2c. Den Gehalt von Thorerde hat Wöhler bestätigt, Hermann (Journ. prakt. Chem. 33. 90) nicht. Nach G. Rose (Pogg. 49. 223) ist Shepard's Edwardsit aus dem Gneis von Norwich in Connecticut das Gleiche. Ebenso der Eremit.

7. Kobaltblüthe.

Ein alter Bergmännischer Name. Unter Blüthe und Ausblühungen versteht der Bergmann gewöhnlich Minerale, die strahlig und haarförmig auf Gebirgen (nicht selten unter seinen Augen) entstehen.

2 + 1gliedrig isomorph mit Vivianit. Säule f = a : b : ∞c 111° 8′, P = b : ∞a : ∞c sehr blättrig und der Länge nach weicher als quer; M = a : ∞b : ∞c macht mit z = $\frac{1}{5}$a : c : ∞b vorn 124° 51′, i = c : $\frac{1}{5}$a : $\frac{1}{8}$b macht in der Mediankante 118° 23′ und stumpft die Kante P/z ab. Meist starke Streifung parallel dem blättrigen Bruch auf allen Flächen. Dünne Platten geben im polarisirten Licht schöne Farben. Härte 2, Gew. 3, pfirsichblüthroth mit Durchscheinenheit und Milde.



Vor dem Löthrohr entfärben sie sich bei der geringsten Annäherung augenblicklich, und schmelzen gerade nicht sonderlich leicht.

$$\dot{C}o^3 \ddot{A}s + 8 \dot{H},$$

auf Kohle daher einen deutlichen Arsenikgeruch, und die feinsten Splitter geben schon sehr deutlich blaue Gläser. Erzeugt sich hauptsächlich auf Kobaltgängen durch Zersetzung arsenikhaltiger Kobalterze, die durch ihren rothen Beschlag oft verrathen werden.

Krystalle nadelförmig und excentrisch strahlig, besonders schön zu Schneeberg auf Quarz; zu Wittichen im Schwarzwalde auf Schwerspath; zu Riechelsdorf in Hessen bildet er Schnüre im grauen Sandstein des Todtliegenden; zu Gaier in Tyrol auf Kalkstein mit Kupferschaum. Die Fasern werden endlich so fein, daß sie ein sammtartiges Aussehen erhalten, wie zu Wittichen, doch pflegen dann Nadeln von Pharmakolith sich beizumischen, die man nicht leicht mineralogisch trennen kann.

Kobaltbeschlag nennen die Bergleute den rothen Erdkobalt, welcher in staubartigen Ueberzügen sich meist da einfindet, wo schwarzer Erdkobalt verwittert. In einzelnen Fällen, besonders wenn Pharmakolith zugegen ist, bilden sich auch feintraubige Ueberzüge mit einer brennenden blaurothen Farbe, innen aber sind die Kügelchen excentrisch strahlig und weißlich, auch wird der Strich, welchen man durch die schönrothe Farbe der Oberfläche macht, auffallend weiß. Man möchte sie demnach für Pharmakolith halten, welche blos von einer dünnen Haut Kobaltbeschlag übertüncht wurde, allein mit Borax geben sie sehr intensiv blaue Gläser, und erhitzt man sie nur schwach, z. B. auf einem Blech, so nehmen sie eine prachtvoll blaue Farbe an. Kersten (Pogg. Ann. 60. 258) wies in den Schneebergern 29,2 Co, 8 Ca nach, so daß sie die Formel ($\dot{C}o^3$, $\dot{C}a^3$) $\ddot{A}s + 8 \dot{H}$ zu haben scheinen, und machte darauf aufmerksam, wie wenig constant die Mischung sei, glaubt auch Levy's

Roselit (Pogg. Ann. 5. 171) hier hinstellen zu sollen, der zu Ehren von Gustav Rose benannt zu Schneeberg äußerst selten krystallisirt vorkommt. Auf der Grube Sophie zu Wittichen im Schwarzwalde sind die traubigen in großer Schönheit vorgekommen, sie sitzen meist auf einer braunen rissigen Borke von braunem Erdkobalt, doch scheint bei vielen die Borke auf den rothen Schwerspath und verwitterten Granit künstlich

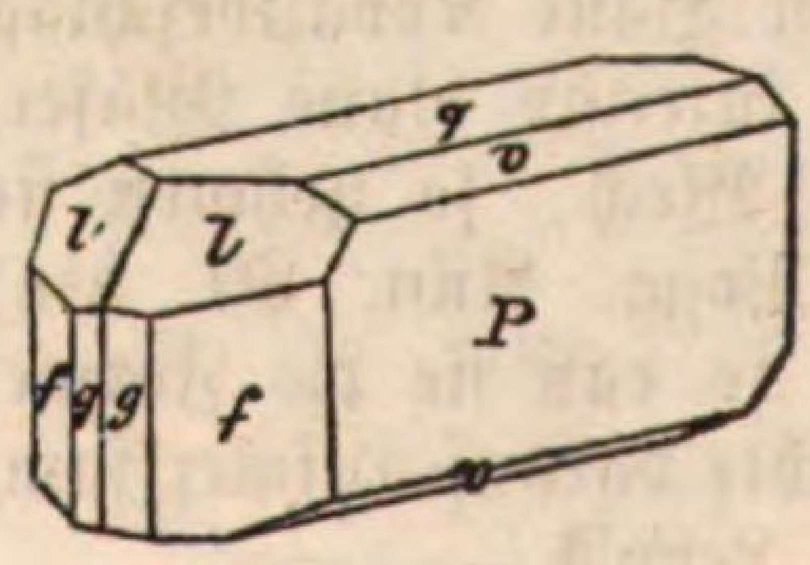
bereitet und aufgeschmiert. Denn noch jetzt läßt ein dortiger Bergmann das Mineral in einem feuchten Keller wachsen. Der rothe erdige Beschlag ist auf Kobaltgruben viel verbreiteter, aber nur Zersetzungsprodukt des Spieskobalts, wo nicht des Glanzkobalts. Sie bestehen aber nach Kersten l. c. 264 oft aus mehr als der Hälfte arseniger Säure, die man mit Wasser ausziehen kann.

Nickelocker Wr. Nach Kersten l. c. 270 $\dot{N}i^3 \ddot{A}s + 8 \dot{H}$, kommt häufig als apfelgrüner Beschlag auf Weißnickelerz und Kupfernickel vor, namentlich wenn man sie an feuchte Orte stellt. Beim Schmelzen des Smalteglases erzeugen sich sogar krystallinische Nadeln von Nickelblüthe (Hausmann Hdb. Mineral. II. 1013), die isomorph mit Kobaltblüthe sein könnten. Der

Köttigit von der Grube Daniel bei Schneeberg ist $\dot{Z}n^3 \ddot{A}s + 8 \dot{H}$, weiße bis pfirsichblüthrothe Nadeln, letztere Farbe erscheint, weil ein kleiner Gehalt an $\dot{C}o$ das $\dot{Z}n$ ersetzt.

8. Pharmakolith Karsten.

Φάρμακον Gift, wegen seines Gehaltes an Arsenikfäure, Werner nannte es sehr passend Arsenikblüthe. Bergrath Selb erkannte sie zuerst auf der Grube Sophie zu Wittichen (Scherer Journ. Chem. 1800, IV. pag. 537). Es kommen daselbst auf ein und derselben Stufe zweierlei vor: das eine ist schneeweiß, kugelig. Die kaum erbsengroßen Kugeln sind innen excentrisch faserig, und blühen oft in mehreren Linien langen höchst zarten Fasern aus. Das ist das bekannteste Vorkommen, aber secundären Ursprungs, da es sich nach Selb meist erst auf „dem alten Manne" in den Gruben erzeugt; das andere ist das primäre aber leichter übersehbare Erzeugniß, welches in kleinen Gypsartigen Strahlen zwischen den Haaren zerstreut liegt, und zu diesen wahrscheinlich erst Veranlassung gegeben hat. Diese Krystalle sind halb durchsichtig, Gypshart und milde, Gew. 2,7. Einen deutlich blättrigen Bruch nimmt man wohl daran wahr. Haidinger hatte sogar Gelegenheit, in der Sammlung des H. Ferguson zu Raith ½ Zoll lange und 1 Linie dicke Krystalle unbekannten Fundortes (Joachimsthal?) zu messen und zu zeichnen (Hemiprismatisches Gypshaloid Pogg. Ann. 5. 181). Darnach sind es 2 + 1gliedrige Krystalle, die Säule $f = a : b : \infty c$ 117° 24′, die sehr blättrige $P = b : \infty a : \infty c$ stumpft ihre scharfe Kante ab; $g = \frac{1}{3}a : b : \infty c$ schärft die stumpfe Säulenkante zu, und macht 157° 5′. Das vordere Augitpaar $l = c : \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}b$ macht in der Mediankante 139° 17′. Die Schiefendfläche $q = a : c : \infty b$ dehnt sich



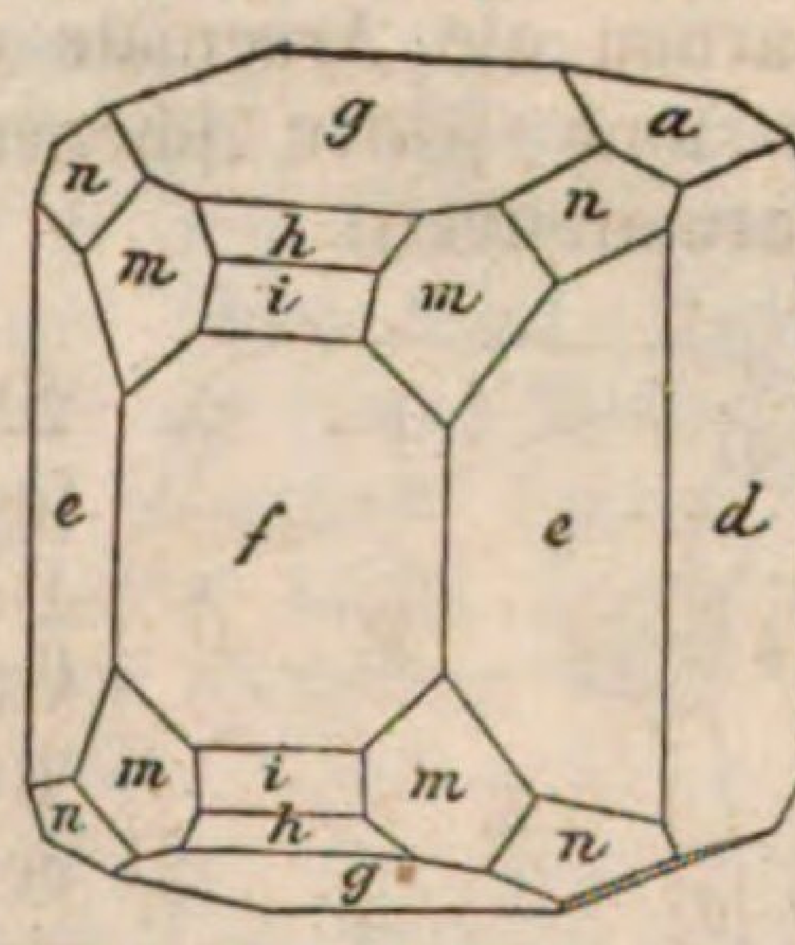
sehr aus, und ist gegen Axe c 65° 4′ geneigt, in ihrer Diagonalzone liegt $v = a : \frac{1}{4}b : c$ mit 141° 8′ in der Mediankante. Wenn auch die Winkel etwas abweichen, so ist doch eine Gypsartige Entwickelung unverkennbar.

Vor dem Löthrohr schmilzt er nicht sonderlich schwer auf Kohle unter Arsenikgeruch, die zurückbleibende Glasperle leuchtet stark. In Säure leicht löslich. Nach Rammelsberg

$\dot{C}a^3 \ddot{A}s + 6 \dot{H}$,

doch könnte bei der Gypsähnlichkeit die Frage entstehen, ob nicht 8 $\dot{H}$ vorhanden seien. Denn die schneeweißen Nadeln, wovon die Analysen meist ausgehen, haben ganz den Anschein, als hätten sie durch Afterbildung Wasser verloren, oder stimmten sie gar nicht im Wassergehalt mit den durchscheinenden Krystallen. Kommt mit Kobaltbeschlag besonders auf Kobaltgängen vor: Wittichen, Markirch, Riechelsdorf, Joachimsthal, Andreasberg 2c.

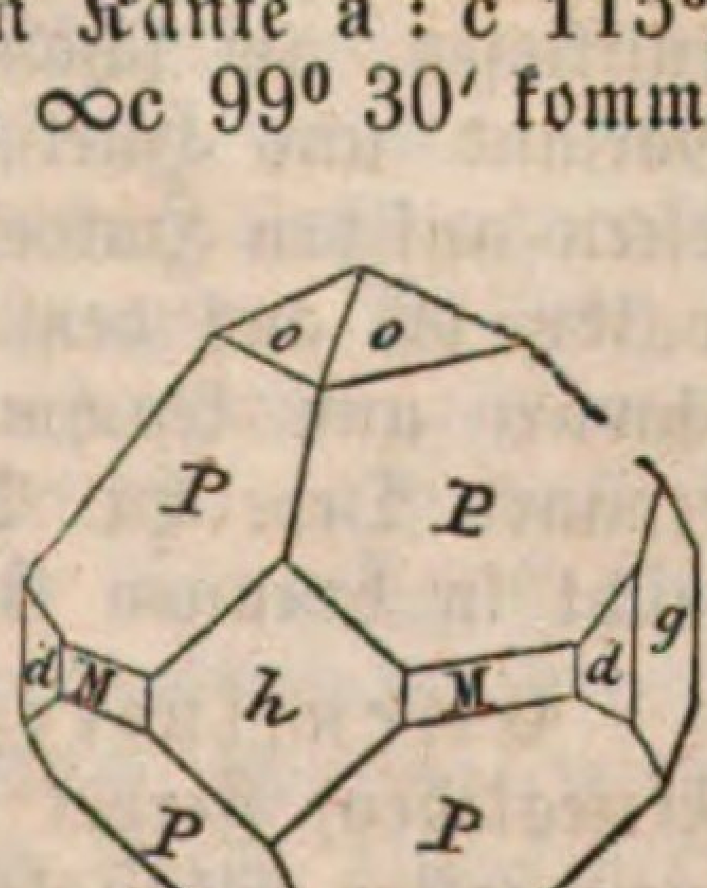
Haidingerit Turner (Diatomes Gypshaloid Haidinger Pogg. Ann. 5. 182), scheint im Aeußern dem krystallinischen Pharmakolith sehr zu gleichen, soll aber weniger Wasser enthalten $\dot{C}a^3 \ddot{A}s + 3 \dot{H}$ und zweigliedrig krystallisiren: Säule e = a : b : ∞c bildet 100°, d = b : ∞a : ∞c stumpft ihre scharfe Kante ab und war sehr blättrig, ein Paar a = b : c : ∞a auf diese scharfe Säulenkante aufgesetzt macht in c den Winkel 126° 58′, g = 2a : c : ∞b, h = a : 2c : ∞b, i = a : 4c : ∞b, f = a : ∞b : ∞c, m = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{2}$b : c und n = $\frac{2}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c. Das Mineral kam mit vorstehendem Hemiprismatischen auf der Fergusson'schen Stufe zusammen vor. Daran würde sich dann der wasserfreie Berzeliit ($\dot{C}a^3$, $\dot{M}g^3$, $\dot{M}n^3$) $\ddot{A}s$ pag. 391 anschließen. Vergleiche auch den Pikropharmakolith Stromeyers ($\dot{C}a$, $\dot{M}g$)^5 $\ddot{A}s^2 + 12 \dot{H}$.



9. Skorodit.

σκοϱόδιον Knoblauch, auf den Arsenikgeruch vor dem Löthrohr anspielend. Breithaupt bestimmte ihn (Hoffmann Handb. Miner. 1814. Band IV. b. pag. 182) nach einem Vorkommen auf Stamm Asser am Graul bei Schwarzenberg im Schneeberger Revier. Doch hat ihn Graf Bournon schon viel früher als Cupreous Arseniate of Iron aus den Zinnsteingängen von St. Austle beschrieben (Philos. Transact. 1801. 192), wo er mit Arseniksaurem Kupfer vorkommt. Die schönen Krystalle von San-Antonio-Pereira in Brasilien nannte Beudant Néoctèse.

2gliedrig, das Oktaeder P = a : b : c hat in Kante a : c 115°, in Kante b : c 103°, die zugehörige Säule M = a : b : ∞c 99° 30′ kommt nur untergeordnet vor, dagegen herrscht bei Brasilianischen die etwas blättrige d = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c, die ihren scharfen Winkel von 59° 50′ vorn hat. Diese scharfe Kante wird durch die ziemlich blättrige h = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft; g = b : ∞a : ∞c, selten o = c : 2a : 2b, und a = c : $\frac{1}{2}$a : ∞b. Am Graul kommen öfter einfache Dodekaide Phg vor. Zuweilen geht die Masse ins faserige und dichte, wird dann aber unrein. Härte 3—4, Gew. 3,2, Glasglanz mit der gras- bis lauchgrünen Farbe der Eisenoxydulsalze, durch Verwitterung aber leicht ockerig werdend. Vor



dem Löthrohr leicht schmelzbar, auf der Kohle nach Knoblauch riechend und sich zu einer magnetischen Kugel reducirend:

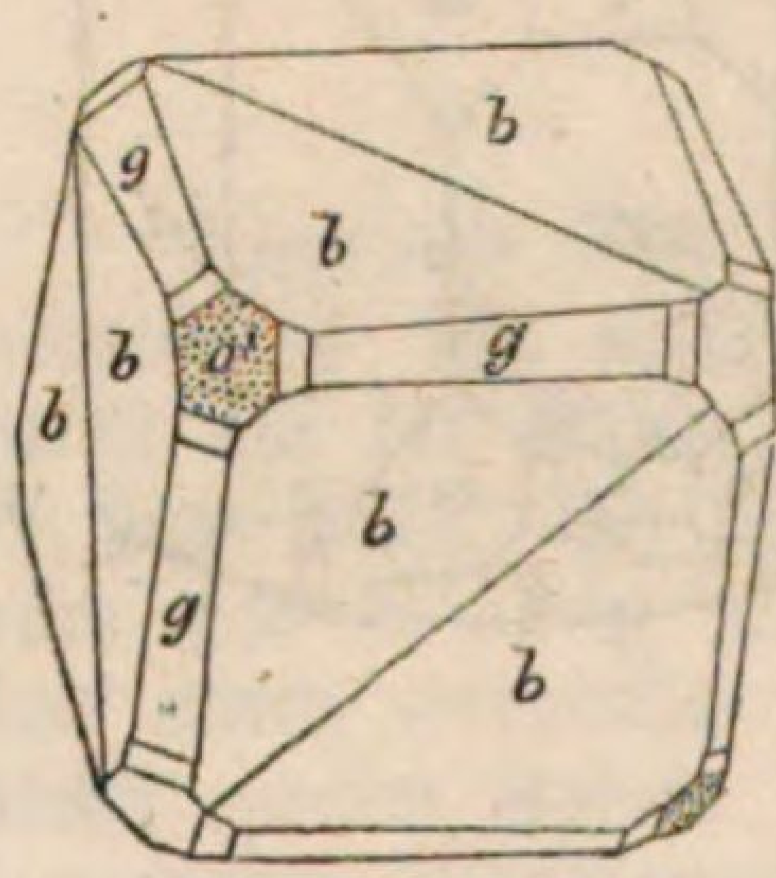
$$\dddot{\bar{F}}e\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{A}s + 4\ \dot{\bar{H}},$$

ohne alles Eisenoxydul, da die Lösung mit Kaliumgoldchlorid keinen Niederschlag gibt. Scheint hauptsächlich durch Zersetzung des Arsenikkieses zu entstehen. Hermann's

Arseniksinter (Erdmann's Journ. pr. Chem. 33. 95), der zu Nertschinsk Berylle, Topase und Bergkrystalle übersintert, scheint nicht wesentlich verschieden zu sein.

10. Würfelerz.

Wurde auf den Kupfererzgängen von Cornwallis entdeckt, von Graf Bournon als Arseniate of Iron beschrieben (Philos. Transact. 1801. 188), und nach seinen schönen Würfeln von Werner benannt, Hausmann's Pharmakosiderit.



Regulär mit vorherrschenden wenig blättrigen Würfeln, das Granatoeder g stumpft die Kanten schwach ab, die Oktaederflächen treten aber nur zur Hälfte auf, wie beim Boracit die abwechselnden Ecken abstumpfend, nach Levy soll es daher auch Pyroelectrisch sein. Das Gegentetraeder kommt auch vor, aber physikalisch verschieden. Phillips zeichnet ein Pyramidentetraeder b, welches in seinen Tetraederkanten 176° 30′, in seinen Pyramidenkanten 93° 40′ hat, also sich dem Würfel sehr nähert: es ist ein Würfel mit hälftigen Diagonalen, der aber gerade für das Durchgreifen der tetraedrischen Hemiedrie spricht.

Härte 2—3, Gew. 3, lauchgrün, im Brauneisenstein von Göriz im Reußischen sogar honiggelb. Die kleinen Würfel haben ein Flußspathartiges Ansehen. Schmilzt leichter als Skorodit und zu einer stärker magnetischen Schlacke,

$$(\dot{F}e\ \dddot{\bar{F}}e)\ \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{A}s + 6\ \dot{\bar{H}},$$

Kali zieht etwas Arseniksäure heraus unter Ausscheidung von schwarzem Eisenoxydoxydul. Sie entstanden wohl auch durch Verwitterung des Arsenikkieses, am schönsten und in Menge auf den Kupfergruben von Huel Gorland und Huel Unity in Cornwall, auch am Graul mit Skorodit, selten auf den Halden von Neu-Bulach und Freudenstadt auf dem Schwarzwalde, die aus dem Brauneisenstein von Horhausen im Nassauischen sind schwarz und krummflächig, Levy nannte sie daher Beudantit. St. Leonard Dep. Ht. Vienne, Nordamerika. Durch Verwitterung gehen sie leicht in braunen Eisenocker über, wie schon Bournon beschreibt.

Eisensinter Wr. (Pittizit Hausm., Eisenpecherz Karsten. Schon Freiesleben, Ferber und Andere beobachteten auf Grubenbauen eine braune syrupartige Flüssigkeit, die durch Zersetzung von Eisenerzen entstand, und allmählig zu einer braunen, halbdurchsichtigen Masse erstarrte mit sehr vollkommen opalartigem Bruch. Von einer bestimmten Zusammensetzung kann man bei so zufällig zusammenfließenden Sachen wohl kaum noch

reden. In den Freiberger Gruben enthält er 26 Äs, 10 $\ddot{S}$, 33 $\dddot{F}e$, 29 $\dot{H}$. Am Graul bei Schwarzenberg sieht er ganz Kolophoniumartig aus. Erinnert an Diadochit und Pissophan der Braunkohlengebirge.

Arseniosiderit Dufrénoy 2 $\dot{C}a^3$ Äs + 3 $\dddot{F}e^2$ Äs + 12 $\dot{H}$ + $\dddot{F}e$ $\dot{H}$ auf Manganerzen von Romanèche bei Mâcon, ockerfarbig, wie dichter Asbest sich schuppig faserig theilend, weich, Gew. 3,8.

Symplesit mit Spatheisen und Nickelglanz bei Klein-Friesa bei Lobenstein im Voigtlande, soll 2 + 1gliedrig und Gypsähnlich blättrig sein, blaß indigoblau bis grün, Gew. 2,9, Härte 2—3. Äs, $\dot{F}e$, $\dddot{F}e$, $\dot{H}$.

11. Struvit. Uler.

Nach dem großen Brande in Hamburg fanden sich 1845 beim Grundbau der dortigen Nicolaikirche in einer aus Viehmist gebildeten 10′—12′ mächtigen Moorerde, die bei 26′ Tiefe auf Sand ruht, schöne gelbe bis farblose oft sehr durchsichtige Krystalle, die bis 1 Zoll Größe erreichten. Die Analyse gab die bekannte Phosphorsaure Ammoniak-Talkerde ($\dot{N}\dot{H}^4$ + $\dot{M}g^2$) $\dddot{P}$ + 12 $\dot{H}$, welche die Chemiker zwar als feines Pulver, das nur in 1000 Theilen Wasser löslich, schon längst dargestellt hatten, man kannte die Verbindung auch aus Kloaken 2c.: aber solche prachtvollen Krystalle kamen unerwartet. Der Mist konnte wohl höchstens 1000 Jahr alt sein, in dieser Zeit mußten sie sich gebildet haben. Es entspann sich darüber ein Streit, ob es ein Mineral sei (C. Marx, zur Charakteristik des Struvits) oder nicht. Wir nehmen dasselbe als eine Bereicherung der Krystalle mit Freuden auf.



Zweigliedrig mit einer an die des Kieselzinkerzes pag. 309 erinnernden Hemiedrie. Das Oberende wird durch ein glattflächiges meßbares Oblongoktaeder gebildet, worin s = a : c : ∞b in Axe c 63⁰ 30′ und m = b : c : ∞a daselbst 95⁰ machen, daraus folgt

a : b = 0,6188 : 1,0913.

Den Flächen s fehlen unten zwar die Parallelen s′ nicht, allein sie sind gewölbt und unmeßbar, oft meint man sogar, daß sie einem stumpfern Paare a : $\frac{1}{2}$c oder a : $\frac{1}{3}$c angehören. Ihre Kante ist immer stark durch die ebenfalls unebene Fläche r = c′ : ∞a : ∞b abgestumpft, die oben gewöhnlich fehlt, und wenn sie vorkommt, glatter ist als unten. Endlich noch eine bauchige Fläche o = b : ∞a : ∞c, die immer links und rechts gleich auftritt, die einzige von allen, und senkrecht gegen sie steht die optische Mittellinie, daher hat Marx b als aufrechte Hauptaxe genommen, allein beim starken Erhitzen im Licht werden die Krystalle pyroelektrisch, wobei die Elektrische Axe mit Axe c zusammenfällt und die drusige Fläche r unten sich analog zeigt. Die Krystalle sind also oben anders als unten, dagegen vorn wie hinten und links wie rechts ausgebildet. Auch Zwillinge werden angeführt, sie haben r = b : ∞a : ∞c gemein und liegen umgekehrt.

Leider verwittern diese schönen Krystalle, sie überziehen sich mit einer weißen Hülle, die zuletzt die ganze Masse durchdringt. H. = 2, Gew. 1,7.

Vor dem Löthrohr schmilzt es unter stark ammoniakalischem Geruch.

Man hat auch Krystalle in den Kloaken von Dresden, Kopenhagen ꝛc., besonders im Guano auf der Westafricanischen Küste gefunden. Da phosphorsaure Magnesia sich im Samen der Getreidearten findet, so ist ihre Bildung um so leichter erklärt, als Ammoniak, Phosphorsäure und Talkerde bekanntlich eine große chemische Verwandtschaft zu einander haben.

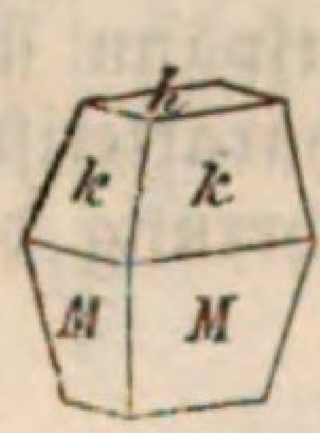
Kupfersalze.

Das Kupfer läßt sich meist leicht durch Behandlung auf Kohle reduciren, gewöhnlich leitet schon die Flamme und die grüne Farbe des Minerals zum Erkennen C̈, P̈ und Äs sind die wichtigsten Säuren, davon gibt sich die Kohlensäure durch Brausen zu erkennen.

1. Kupferlasur.

Die schöne blaue Farbe konnte den Alten nicht entgehen, Theophrast §. 97 und Plinius 37. 38 begreifen sie unter Cyanus. Wallerius nannte es schon Lazur. Cuivre carbonaté bleu. Blue carbonate of Copper.

2 + 1gliedriges Krystallsystem. Am schönsten die Krystalle von Chessy, welche Zippe (Pogg. Ann. 22. 393) untersuchte: Eine geschobene Säule M = a : b : ∞c bildet in der vordern Kante 99° 32′; die Endfläche h = c : ∞a : ∞b neigt sich 87° 39′ gegen die Are c, also schließen die Aren ac vorn einen Winkel von 92° 21′ = h/s ein. Da eine große Zahl von Flächen in ihrer Diagonalzone a zu liegen pflegen, so ist sie nach dieser gestreift, und gewöhnlich am stärksten durch Malachit grün gefärbt. Die vordere stumpfe Kante M/h dieses Hendyoeders ist häufig durch ein augitartiges Paar k = a : b : c abgestumpft, 106° 14′ in der Mediankante k/k bildend. Doch ist es für die Rechnung bequemer, von dem blättrigen Bruche P = b : c : ∞a mit 59° 14′ in der Mediankante auszugehen, denn wir haben dann



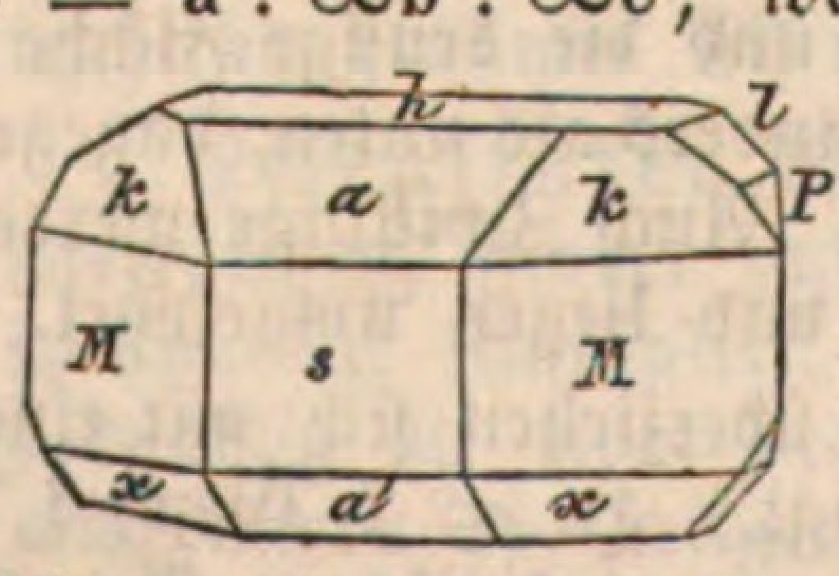
$$\text{tg } 49^0\, 46' = \frac{b}{a},\ \text{tg } 2^0\, 21' = \frac{k}{a} \text{ und tg } 29^0\, 37' = \frac{b}{a}\sqrt{k^2 + a^2},$$

$$\text{woraus } a^2 = \frac{\text{tg}^2\, 29^0\, 37'}{\text{tg}^2\, 49^0\, 46'\,(1 + \text{tg}^2\, 2^0\, 21')} \text{ folgt, folglich}$$

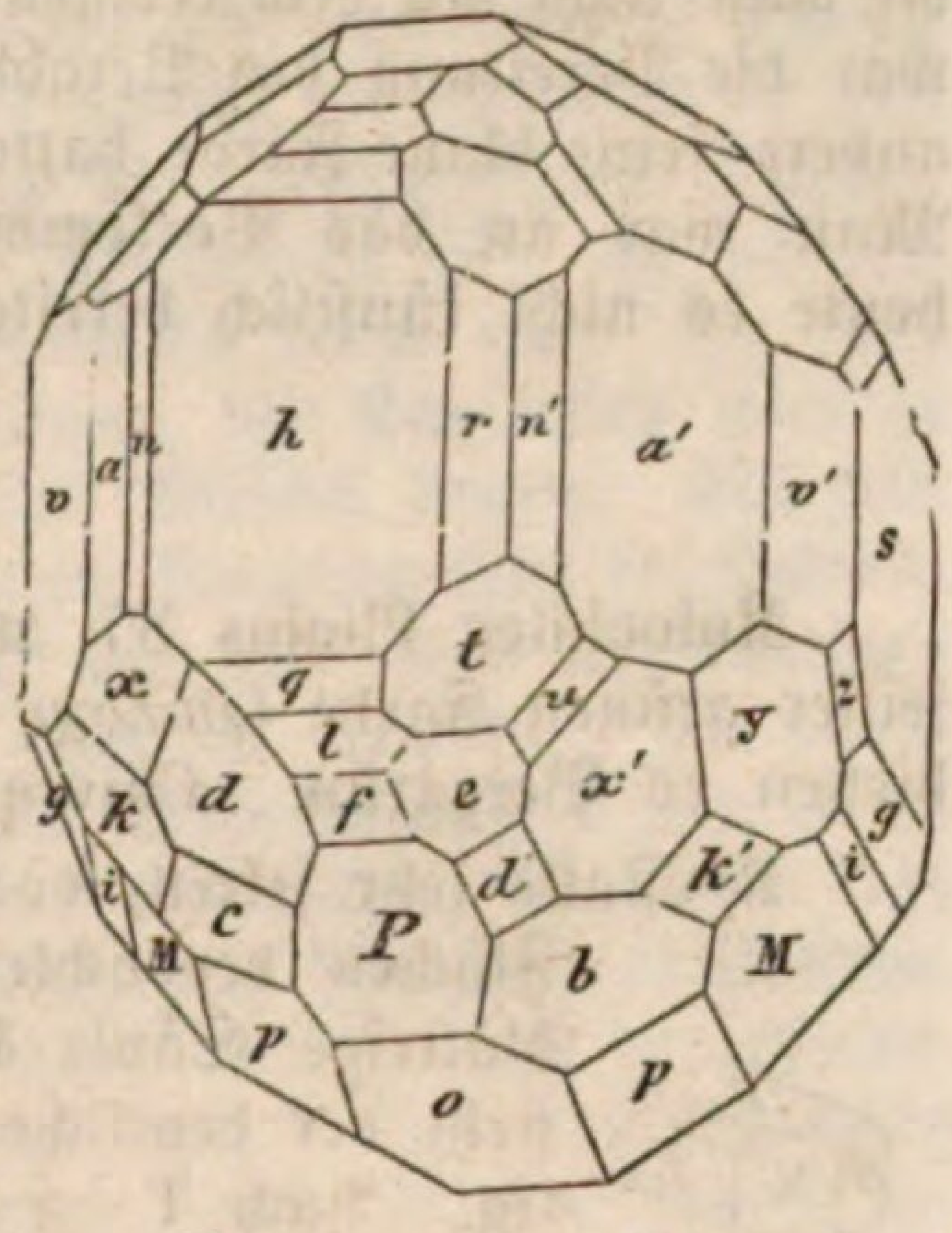
$$a : b : k = \sqrt{0{,}2309} : \sqrt{0{,}3226} : \sqrt{0{,}00039}$$

$$\text{lga} = 9{,}68174,\ \text{lgb} = 9{,}75434,\ \text{lgk} = 8{,}29493.$$

Der einfache Körper Mhk kommt ausgezeichnet vor, man muß sich aber hüten, k nicht für die Säule zu nehmen. Aber in der Säule fehlt selten s = a : ∞b : ∞c, während als Schiefendfläche die glänzende a = a : ½c : ∞b in der Mediankante k/k nach oben divergirende Kanten macht. Auf der Hinterseite ist a′ = a′ : ½c : ∞b trefflich erkennbar durch ihre Mattigkeit, und auch x = a′ : b : ½c aus ihrer Diagonalzone ist noch bauchig. Besonders leitend für das Erkennen sind noch die Flächen aus der Diagonalzone von h. Da die Abstumpfung der scharfen Seitenkante



o = b : ∞a : ∞c selten, so bildet die blättrige P = b : c : ∞a gewöhnlich ein kleines Dreieck zwischen M und k, darüber l = b : $\frac{1}{3}$c : ∞a 119^0 18′.



Zippe hat an beistehendem Krystall sämmtliche bekannte Flächen vereinigt, er ist von der Seite gezeichnet. In der Säulenzone M, s, o = b : ∞a : ∞c, p = 2a : b : ∞c, i = $\frac{2}{3}$a : b : ∞c, g = $\frac{1}{2}$a : b : ∞c. In der Zone der Schiefendfläche sh liegen: v = a : c : ∞b vorn und v′ hinten; a = a : $\frac{1}{2}$c : ∞b, und a′ hinten; n = a : $\frac{1}{4}$c : ∞b vorn, und n′ hinten; r = a′ : $\frac{1}{20}$c : ∞b. G. Rose (Reise Ural I. 541) gibt in der prachtvollen Kupferlasur vom Altai noch a′ : $\frac{1}{10}$c : ∞b, a′ : $\frac{3}{4}$c : ∞b und a′ : $\frac{3}{2}$c : ∞b an. In der Diagonalzone oh liegen außer dem Blätterbruch P noch f = b : $\frac{1}{2}$c : ∞a, l = b : $\frac{1}{3}$c : ∞a und q = b : $\frac{1}{5}$c : ∞a. Augitpaare in der Kantenzone Mh sind vorn k = a : b : c und x = a : b : $\frac{1}{2}$c, hinten außer k′ und x′ noch u = a′ : b : $\frac{1}{3}$c und t = a′ : b : $\frac{1}{5}$c. Zwischen ph vorn: c = 2a : b : c und d = 2a : b : $\frac{2}{3}$c, hinten dagegen d′ = 2a′ : b : $\frac{2}{3}$c, b = 2a′ : b : 2c und e = 2a′ : b : $\frac{2}{3}$c. Endlich hinten noch die Paare y = a′ : c : 2b und z = $\frac{1}{4}$a′ : b : $\frac{1}{2}$c, bei Schlangenberg fand Rose λ = a′ : $\frac{1}{3}$b : $\frac{1}{3}$c.

Lasurblaue Farbe (mit einem Stich ins Roth), Strich smalteblau, H. = 4, Gew. 3,6. Undurchsichtig und dann zuweilen ins schwärzlich blau gehend, manche werden an den Kanten durchscheinend, und dann wird Farbe und Glanz höher.

Vor dem Löthrohr reducirt sie sich leicht zu einem Kupferregulus, in Salzsäure braust sie, indem Kohlensäure entweicht.

$$\dot{Cu}^3 \ddot{C}^2 \dot{H} = 2\,\dot{Cu}\,\ddot{C} + \dot{Cu}\,\dot{H}.$$

Klaproth Beiträge 4. 31 fand 56 Cu, 14 Sauerstoff, 24 $\ddot{C}$, 6 $\dot{H}$.

Vorkommen ist nicht sonderlich häufig. Die schönste wurde 1812 zu Chessy bei Lyon im rothen Sandsteine bekannt, nur die vom Altai kann mit ihr wetteifern, einzelne Krystalle erreichen 1 Zoll Größe. Dieselben sind häufig in Malachit verwandelt. Am reinsten sind daselbst die kugeligen Congregationen von Wallnußgröße, aus einem Haufwerk von Krystallen mit den vorherrschenden Flächen Mh, an ihnen kann man den Blätterbruch P durch Wegsprengen der scharfen Ecken leicht darstellen. Cornwall, Bannat, Tyrol, Zinnwald. Vordem war das Vorkommen von Bulach auf dem Württembergischen Schwarzwalde berühmt, wo sie hauptsächlich auf den Schichtflächen des obersten Buntensandstein in strahlig blättrigen Massen, zum kugeligen geneigt, sich abgelagert hat. An den seltenen Krystallen treten die Säulenflächen zurück, und durch Vorherrschen mehrerer Schiefendflächen (h, a) werden sie länglich tafelartig. Feinfaserige von Orawiza mit Neigung zur Glaskopfstruktur nannte Werner Kupfer-

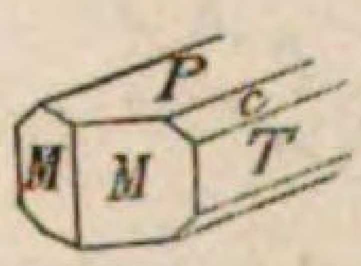
sammterz. Es enthält aber keine Kohlensäure, sondern Schwefelsäure. Endlich die

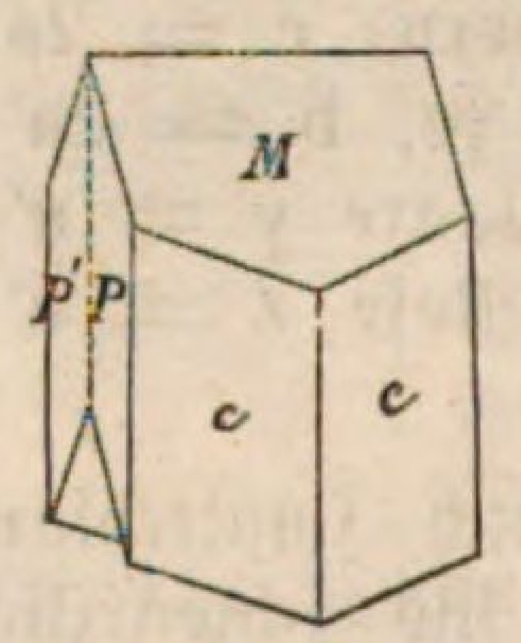
erdige Kupferlasur (Bergblau) mit ihrer viel lichtern Farbe, die man nicht mit dem erdigen Vivianit pag. 396 verwechseln darf. Früher war die Bereitung des Bergblau's aus Krystallen wichtig, weil man keine andere feine blaue Farbe hatte, Plinius 33. 57 nennt sie schon Caeruleum. Man war an das Vorkommen in der Natur gebunden, da man noch heute es nicht künstlich bereiten kann.

2. Malachit.

Molochites Plinius 37. 36. Χρυσοκόλλα Theophrast 70. Soll nach seiner grünen Farbe (μαλάχη Malve) benannt sein. Die alten Bergleute hießen es Berggrün. Cuivre carbonaté vert.

Krystalle sehr selten, doch soll man an den feinen Nadeln zuweilen Flächen beobachten. Phillips beschreibt sie zweigliedrig: eine blättrige Säule M = a : b : ∞c bildet 123° 35′, dagegen steht der deutliche Blätterbruch P = c : ∞a : ∞b rechtwinklig. Auch T = b : ∞a : ∞c soll etwas blättrig sein, und das auf die scharfe Kante aufgesetzte Paar c = b : c : ∞a 107° 16′ in der Axe b haben. Nun kommen aber bei Terruel in Arragonien Zwillinge mit einspringenden Winkeln vor, die T gemein haben und umgekehrt liegen, darnach würde das System 2 + 1gl. sein, c c würde die Säule von 107° bilden, M die Schiefendfläche sein, und die Gegenfläche M durch den Zwilling zu erklären sein. Gewöhnlich bekommt man im günstigsten Falle nur grobe excentrische Strahlen zu Gesicht mit dem prachtvollsten Seidenglanz, wie z. B. auf den Kupferkiesgängen von Herrenseegen in der wilden Schappach oder von Nanzenbach bei Dillenburg. Hebt man solche smaragdgrünen Strahlenbüschel ab, so zeigen sie auf dem Querbruch einen schwarzen Schimmer, in welchem das Grün fast ganz verschwindet. Das ist ein sehr auffallender und unerwarteter Dichroismus! Der Querbruch ist deutlich blättrig, aber concav nach der Seite der convergirenden Strahlen, was auf Glaskopfstruktur hinweist, welche bei den derben Massen so gewöhnlich gefunden wird





Im Dichroskop zeigen feine Strahlen im extraordinären Bilde einen äußern gelben und innern blauen Rand, die grüne Farbe wird also in ihre Elemente zerlegt, der blättrige Querbruch ist dagegen im ordentlichen Bilde schwarz, im außerordentlichen indigblau.

H. = 3—4, Gew. 4. Smaragd- bis Spangrün. Die Glasköpfe concentrisch schaalig, fein fasrig und in den grünen Farben vom licht Spangrün bis zum Lauchgrün wechselnd.

Vor dem Löthrohr reduciren sie sich wie Kupferlasur, in Säure brausen sie stärker.

$$\dot{C}u^2 \ddot{C} \dot{H} = \dot{C}u \ddot{C} + \dot{C}u \dot{H}.$$

Klaproth Beiträge II. 287 fand im Sibirischen 58 Cu, 12,5 Sauerstoff, 18 $\ddot{C}$, 11,5 $\dot{H}$.

Der Malachit ist bei weitem das gewöhnlichste unter den salinischen Kupfererzen. Als erdiger Beschlag (*Kupfergrün*) kommt er gar häufig im Flözgebirge vor: die Keupermergel, der Muschelkalk, Buntesandstein, zeigen ihn. Im Gouv. Perm ist die Zechsteinformation stellenweis grün davon gefärbt. In Bergwerken, auf alten Waffen (aerugo nobilis) erzeugt er sich unter unsern Augen. Auf Erzgängen kommt er besonders in den obern Teufen vor, wo er durch Zersetzung der geschwefelten Kupfererze (Kupferkies, Buntkupfer und Fahlerz) entstanden ist: an verwitterten Kupferkiesstufen (Herrenseegen, Nanzenbach) kann man den Zersetzungsprozeß mit großer Bestimmtheit verfolgen, der Kupferkies wird zu Ziegelerz, zwischen welchem die smaragdgrünen Büschel liegen. Ein sehr schönes Vorkommen findet sich im Kalkstein von Ringenwechsel bei Schwaz in Tyrol, dasselbe zeigt keine Spur von Faser und hat einen jaspisartigen Bruch wie Kieselkupfer pag. 312, löst sich aber in Säuren vollkommen. Unübertroffen sind dagegen die glaskopfartigen Malachitmassen vom Ural: sie kommen dort klumpenweis in Klüften des Kalksteins vor, und sind aus gediegenem Kupfer, das sich mit Rothkupfererz überzog, entstanden. Die Sammlung des Bergkorps in Petersburg bewahrt aus der Gumeschewskischen Grube ein Stück von $3\frac{1}{2}'$ Länge und Breite vom schönsten Smaragdgrün, dessen Werth, 90 Pfund schwer, auf 525,000 Rubel geschätzt wird. Auf den Demidow'schen Gruben von Nischne-Tagilsk hat man sogar einen reinen Block von 16' Länge, $7\frac{1}{2}'$ Breite, $8\frac{1}{2}'$ Höhe bloßgelegt. Wegen der prachtvollen Farbe und Politurfähigkeit ist das Mineral außerordentlich geschätzt zu Fournierarbeiten, indem man Vasen, Toiletten, Tischplatten, Zimmer ꝛc. damit täfelt. Gestoßen dient es auch als grüne Farbe (Berggrün), die haltbarer ist als Bergblau, denn der blaue Himmel auf alten Gemälden soll grün werden, indem sich die Kupferlasur in Malachit verwandelt. Darauf beruht auch die Bildung von

Afterkrystallen. Die Kupferlasurkrystalle von Chessy bestehen häufig im Innern aus strahligem Malachit, nicht selten hat der Angriff stellenweis stattgefunden, als hätte sich nicht alle Substanz zur Veränderung gleich geeignet. Es besteht aber

Kupferlasur aus $\dot{\text{C}}\text{u}^3 \ddot{\text{C}}^2 \dot{\bar{\text{H}}} = 6\ \dot{\text{C}}\text{u} + 4\ \ddot{\text{C}} + 2\ \dot{\bar{\text{H}}}$;

Malachit aus $\dot{\text{C}}\text{u}^2 \ddot{\text{C}} \dot{\bar{\text{H}}} = 6\ \dot{\text{C}}\text{u} + 3\ \ddot{\text{C}} + 3\ \dot{\bar{\text{H}}}$:

es darf daher die Kupferlasur gegen ein Atom $\ddot{\text{C}}$ ein Atom $\dot{\bar{\text{H}}}$ austauschen, so muß sie in Malachit übergehen. Vergleiche auch die Umwandlung des Rothkupfererzes $\dot{\bar{\text{C}}}\text{u}$ in Malachit. Becquerel machte auch künstlichen Malachit Pogg. Ann. 37. 239.

Malachit und Kupferlasur gehören zu den geschätztesten Kupfererzen, namentlich weil sie von Schwefel und Eisen frei sind, welche den Schmelz- und Reinigungsprozeß sehr erschweren. Zu Chessy wird die Kupferlasur zu gute gemacht.

Aurichalcit nannte Böttcher Pogg. Ann. 78. 495 die spangrünen nadelförmigen Krystalle von Lotewsk am Altai, sie geben auf Kohle einen Zinkbeschlag, $2\ (\dot{\text{Z}}\text{n}, \dot{\text{C}}\text{u})\ \ddot{\text{C}} + 3\ (\dot{\text{Z}}\text{n}, \dot{\text{C}}\text{u})\ \dot{\bar{\text{H}}}$ mit 45,6 $\dot{\text{Z}}\text{n}$, 28,3 $\dot{\text{C}}\text{u}$, 16 $\ddot{\text{C}}$, 9,9 $\dot{\bar{\text{H}}}$.

Mysorin Phil. Trans. 1814. 45 von Mysore in Ostindien soll $\dot{\text{C}}\text{u}^2 \ddot{\text{C}}$ mit 60 $\dot{\text{C}}\text{u}$, 19 $\dot{\text{F}}\text{e}$, 16,7 $\ddot{\text{C}}$ sein.

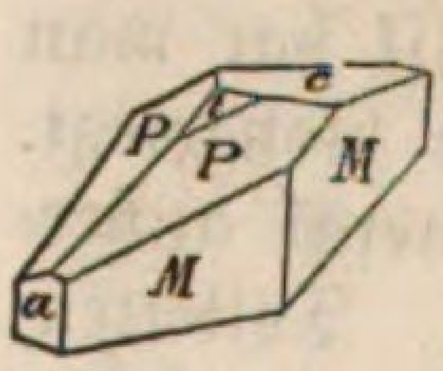
Phosphor- und arseniksaure Kupfererze

gibt es eine ganze Reihe, die man unter einander zuweilen schwer vom Malachit, womit sie wegen ihrer grünen Farbe allein verwechselt werden können, aber schon dadurch unterscheiden kann, daß sie sich in Säuren zwar lösen, aber nicht brausen. Die Phosphorsäure lehrte Berzelius durch Zusammenschmelzen mit Blei erkennen, es bildet sich dann phosphorsaures Blei, was den Kupferregulus einschließt, und sich an den Facetten beim Erkalten erkennen läßt pag. 389.

3. Phosphorkupfererz Wr.

Von Virneberg. Wurde von Rose für Malachit gehalten, daher nennt es Hausmann Pseudomalachit. Klaproth entdeckte darin die Phosphorsäure. Phosphorochalcit Kobell's. Cuivre hydro-phosphaté, Hydrous Phosphate of copper.

Die Krystalle von Virneberg bei Rheinbreitenbach sollen 2 + 1gl. sein: eine geschobene Säule $M = a : b : \infty c$ bildet vorn den scharfen Winkel von 39^0, der durch $a = a : \infty b : \infty c$ gerade abgestumpft wird.



Die Gradendfläche $c = c : \infty a : \infty b$ steht rechtwinklig gegen M. Das Augitpaar $P = a : 2b : c$ macht in der Mediankante $a : c$ $117^0\ 49'$, und die Schiefendfläche $t = 2a : c : \infty b$ liegt mit PM in einer Zone. Natürlich könnte bei der Seltenheit guter Krystalle ein solches System auch 2gliedrig sein, wenn die hintere Gegenfläche sich einmal zeigen sollte.

In der Regel findet man nur malachitartige Ueberzüge, deren smaragdgrüne Farbe aber eigenthümlich schwarzgrün gesprenkelt ist. H. = 4, Gew. 4,2.

Vor dem Löthrohr kugelt es sich leicht, darin schwimmt ein kleiner Regulus von unreinem Kupfer. Die Kugel zeigt beim Erkalten eine eigenthümliche Rinde, während die innere Masse noch längere Zeit flüssig ist.

$\dot{C}u^6 \dddot{\ddot{P}} + 3 \dot{H}$ mit 68,7 $\dot{C}u$, 21,5 $\dddot{\ddot{P}}$, 8,6 $\dot{H}$.

Die Kupfererzlagerstätte des Virneberges bei Rheinbreitenbach, wo es Rose zuerst fand, ist noch heute der Hauptfundort. Nischne-Tagilsk, Libethen.

Breithaupt's Ehlit von Ehl bei Linz am Rhein steht wegen eines deutlichen Blätterbruchs dem Kupferschaum ähnlich, hat sonst aber eine höchst nahe Zusammensetzung $\dot{C}u^3 \dddot{\ddot{P}} + 2 \dot{C}u \dot{H}$.

Der Thrombolith auf Kalkstein von Rezbanya, amorph, soll $\dot{C}u^3 \dddot{\ddot{P}} + 6 \dot{H}$ sein.

Herrmann's Tagilit von Nischne Tagil wird als $\dot{C}u^4 \dddot{\ddot{P}} + 3 \dot{H}$ gedeutet.

4. Olivenerz Wr.

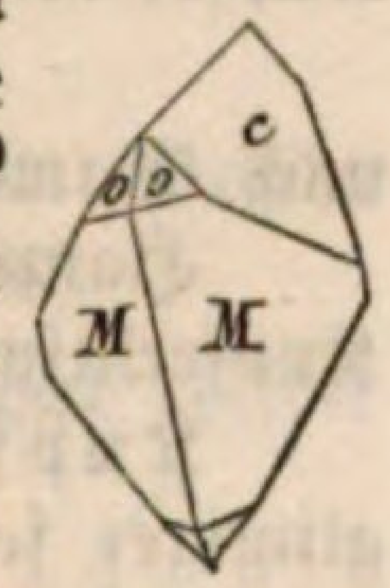
Olivenit nach seiner Farbe. Werner begriff darunter zwar verschiedene Dinge, hatte aber doch hauptsächlich dieses im Auge, Hoffmann Mineral. III. b. 170.

1. Phosphorsaures (Libethkupfer, blättriges Olivenerz)

$\dot{C}u^3 \ddot{P} + \dot{C}u \dot{H}$ mit wenig $\ddot{A}s$.

Dunkel olivengrün bis schwärzlich grün von Libethen bei Neusohl in Oberungarn auf quarzigem Glimmerschiefer.

2gliedrige Oblongoktaeder, die man beim ersten Anblick für regulär hält. Eine geschobene Säule M = a : b : ∞c macht vorn 109° 52′, sie ist häufig etwas gekrümmter als das auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Paar c = b : c : ∞a mit 92° 20′ in der Kante über Axe c, hin und wieder gewahrt man in den 4 gleichen Ecken die ganz kleine Oktaederfläche o = a : b : c. Härte = 4, Gew. 3,7.



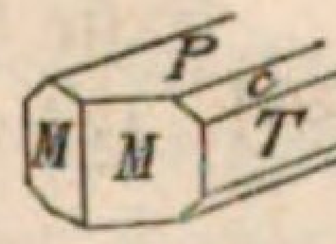
Kühn's Analyse gibt 29,4 $\ddot{P}$, 66,9 $\dot{C}u$, 4 $\dot{H}$. Vor dem Löthrohr kugeln sie sich, sie sollen in der Pincette geschmolzen Facetten bekommen, doch sind die jedenfalls undeutlich.

Hauptfundort Libethen, meist krystallisirt, doch kommen auch nierenförmige (Prasin Breith.) daselbst vor, die von dem dortigen dunkelgrünen Malachit äußerlich nicht unterschieden werden können.

2. Arseniksaures (Olivenit, Pharmakochalcit, fasriges Olivenerz, dritte Species des Arseniate of Copper bei Bournon Phil. Transact. 1801. 177)

$\dot{C}u^3 \ddot{A}s + \dot{C}u \dot{H}$, aber nie ohne $\ddot{P}$,

welche die $\ddot{A}s$ in allen Verhältnissen vertritt. Pistaziengrüne Nadeln von Cornwallis. Phillips beschreibt sie als blättrige Säulen M = a : b : ∞c 110° 50′ mit dem Paare c = b : c : ∞a 92° 30′, P = c : ∞a : ∞b, T = b : ∞a : ∞c. Sehr selten die Fläche a = ½a : b : ∞c. M unter 132° 7′ schneidend. H. = 3. Gew. 4,4. Strich lichter, spröde.



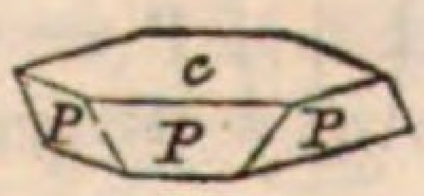
Die Analyse von Kobell (Pogg. Ann. 18. 249) gab 36,7 $\ddot{A}s$, 3,3 $\ddot{P}$, 56,4 $\dot{C}u$, 3,5 $\dot{H}$. In der Pincette schmilzt es leicht, und „krystallisirt beim Abkühlen eben so schön, wie das phosphorsaure Bleioxyd. Man erhält aber keine Perle mit größern Facetten, sondern eine strahlige Masse, deren Oberfläche mit prismatischen Krystallen netzförmig bedeckt ist." Auf Kohle reducirt er sich mit Detonation zu einem unreinen Kupferkorn.

Er bildet meistens feine Nadeln, die man für Pistazit halten könnte, manche werden fasrig wie der feinste Amianth mit nierenförmiger Oberfläche 2c., im Quarz der Gruben von Cornwall. Schwaz, Zinnwald, Nischne-Tagilsk.

5. Kupferglimmer Wr.

Chalcophyllit, Cuivre arseniaté lamellifaire, 2te Species von Bournon's Arseniate of Copper Phil. Transact. 1801. 176, ausgezeichnet in Cornwallis.

Rhomboeder P 69° 12′ im Endkantenwinkel, aber die Endkante ist durch einen deutlichen glimmerartigen Blätterbruch c = c : ∞a : ∞a : ∞a so stark abgestumpft, daß dünne sechsseitige Tafeln entstehen, woran die P abwechselnd convergirende Kanten bilden. Auch stumpfere Rhomboeder kommen vor.



Bläulich smaragdgrün ins Spangrüne sich neigend, und vorsichtig vom Uranglimmer zu unterscheiden, der aber nicht so viel Blau hat. Starker Perlmutterglanz auf dem Blätterbruch, Härte = 2,3, Gew. 2,6.

Vor dem Löthrohr Arsenikgeruch, allein er verknistert stark zu kleinen Flimmerchen, doch gelingt es durch langsames Erhitzen aus Stücken ein Kupferkorn zu bekommen.

$$\dot{\mathrm{Cu}}^6 \ddot{\mathrm{As}} + 12 \dot{\mathrm{H}} \text{ mit } 52{,}9\ \dot{\mathrm{Cu}},\ 19{,}3\ \ddot{\mathrm{As}},\ 23{,}9\ \dot{\mathrm{H}},$$

nach Damour kommt zuweilen auch etwas $\ddot{\mathrm{P}}$ vor.

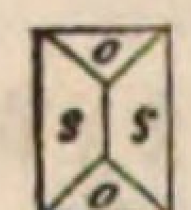
Hauptfundort Cornwallis, Saida im Erzgebirge, bei Bulach mit Kupferlasur.

Kupferschaum Wern. ist durch seinen Blätterbruch dem Kupferglimmer sehr ähnlich, geht aber mehr ins Spangrün, und soll 2gliedrig sein. Die aus der Gegend von Schwaz in Tyrol (Tyrolit) bilden strahligblättrige Halbkugeln; in Ungarn, zu Bulach auf dem Schwarzwalde ꝛc. einen blättrigen Anflug. Chemisch sind nach Kobell (Pogg. Ann. 18. 253) die von Falkenstein bei Schwaz durch 13,6 $\dot{\mathrm{Ca}}\,\ddot{\mathrm{C}}$ verunreinigt, auf Kohle geben sie daher eine strengflüssige Schlacke. Mit Aetzammoniak und kohlensaurem Ammoniak digerirt löst sich das Kupfersalz, und der kohlensaure Kalk bleibt zurück. Sie scheinen darnach ein Gemeng zu sein von

$$\dot{\mathrm{Cu}}^5 \ddot{\mathrm{As}} + 10 \dot{\mathrm{H}} + \dot{\mathrm{Ca}}\,\ddot{\mathrm{C}} \text{ mit } 43{,}9\ \dot{\mathrm{Cu}},\ 25\ \ddot{\mathrm{As}},\ 17{,}5\ \dot{\mathrm{H}}.$$

6. Linsenerz Wr.

Erste Species von Graf Bournons Arseniate of Copper Phil. Transact. 1801. 174. in Begleitung des Kupferglimmer von Cornwallis.



Kleine himmelblaue niedrige Oblongoktaeder, $s = a : b : \infty c$ 119° 45′, mit einem auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzten Paar $o = a : c : \infty b$ 71° 50′.

H. = 2—3, Gew. 2,9. Herrmann fand 36,4 $\dot{\mathrm{Cu}}$, 23 $\ddot{\mathrm{As}}$, 3,7 $\ddot{\mathrm{P}}$, 10,8 $\ddot{\mathrm{Al}}$, 25 $\dot{\mathrm{H}}$, was keine schöne Formel gibt:

$$\dot{\mathrm{Cu}}^8 \ddot{\mathrm{As}} + \ddot{\mathrm{Al}}\,\ddot{\mathrm{As}} + 24\ \dot{\mathrm{H}}.$$

Redruth, Herrengrund, Ullersreuth im Voigtlande mit andern verwandten Kupfersalzen zusammen. Haidinger's (Pogg. Ann. 14. 228)

Erinit von Limerick in Irland (Erin), smaragdgrün, H. = 4—5, Gew. 4, nicht krystallisirt in Gesellschaft von Linsenerz, $\dot{\mathrm{Cu}}^5 \ddot{\mathrm{As}} + 2\ \dot{\mathrm{H}}$.

7. Strahlerz Wr.

Vierte Species des Arseniate of Copper Bournon Phil. Trans. 1801. 181, Klinoklas, Abichit. Kleine schwärzliche Krystalle zusammen mit Linsenerz in Cornwallis vorkommend. Mit der Nadel geritzt, werden sie fast so schön himmelblau, als das Linsenerz, woran man sie leicht erkennt. 2 + 1gliedrige Säule $M = a : b : \infty c$ vorn 56°, die auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ soll sehr blättrig sein, P/M 95°, eine hintere Gegenfläche x ꝛc.



Härte = 3, Gew. 4,3, schwärzlich grün an der Oberfläche, im durchscheinenden Licht heller.

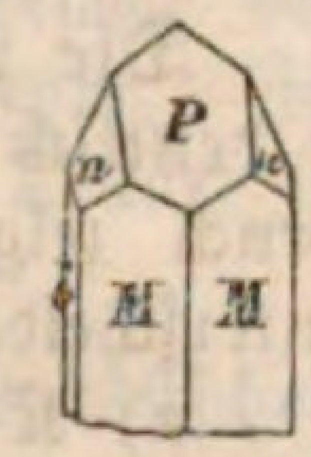
$$\dot{C}u^6 \dddot{A}s + 3 \dot{H},$$

also von der Zusammensetzung des Phosphorkupfererzes, auffallender Weise erinnert auch das 2 + 1gliedrige System mit dem scharfen Säulenwinkel daran.

8. Euchroit Breith.

Passend nach seiner schönen dioptasartigen Farbe genannt. Gehört zu den ausgezeichneten, schon wegen seiner mehrere Linien großen

•2gliedrigen Krystalle. Eine Säule M = a : b : ∞c bildet vorn 117° 20′, die Gradendfläche P = c : ∞a : ∞b, beide nicht blättrig; dagegen schimmert n = b : c : ∞a 87° 52′ deutlich und noch deutlicher b = b : ∞a : ∞c vom inneren Lichte des Blätterbruchs. In der Säule M/M kommen noch mehrere Zuschärfungen der scharfen Kante vor. Smaragdgrün, H. = 3—4, Gew. = 3,4. Vor dem Löthrohr reducirt er sich mit Detonation zu röthlich weißem Arsenikkupfer, das bei längerm Behandeln in der Oxydationsflamme ein Kupferkorn wird:



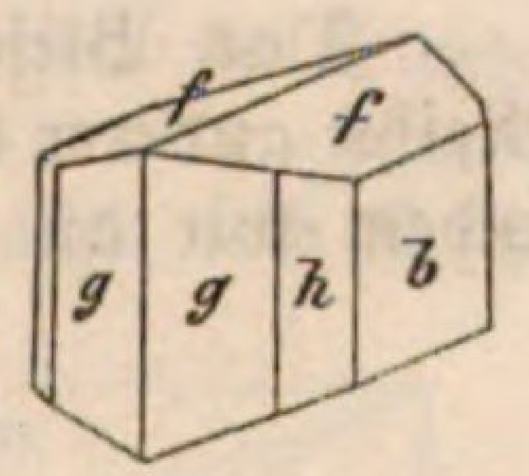
$$\dot{C}u^4 \dddot{A}s + 7 \dot{H} \text{ mit } 48 \dot{C}u,\ 33 \dddot{A}s,\ 19 \dot{H}.$$

Einzig zu Liebethen mit feintraubigem Erdkobalt auf Glimmerschiefer.

9. Brochantit Heuland.

Von Levy Ann. of Phil. 1824. 241 aus dem Ural beschrieben worden. 2gliedrig: g = a : b : ∞c 104° 10′ hat nur Spuren von Blättrigkeit, dagegen ist b = b : ∞a : ∞c die Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante deutlich blättrig und glänzend, f = b : c : ∞a macht die stumpfe Kante von 151° 52′, h = a : ½b : ∞c.

Smaragdgrün, zuweilen ins Schwärzliche gehend, Gew. 3,9, H. = 3—4. Vor dem Löthrohr schmilzt er und gibt ein Kupferkorn.



$$\dot{C}u^4 \dddot{S} \dot{H}^3 \text{ mit } 70 \dot{C}u,\ 18 \dddot{S},\ 12 \dot{H}.$$

Er löst sich in Säuren, aber nicht im Wasser, wie der Kupfervitriol.

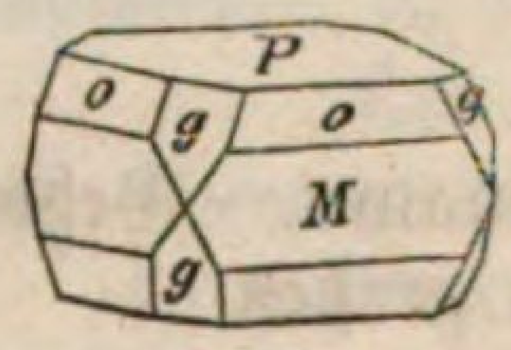
Ein seltenes Fossil. Zu Rezbanya in Siebenbürgen bricht es mit Kupferlasur und Malachit (Pogg. Ann. 14. 141) und gleicht dem Malachite nur etwas dunkeler und glänzender. G. Rose (Reis. Ural I. 267) beschreibt kleine Krystalle von den Gumeschewskischen Kupfergruben, wo sie mit Malachit und Rothkupfererz brechen. Forchhammer's Krisuvigit von Krisuvig auf Island bildet daselbst ein kleines Lager.

Kupfersammterz (Lettsomit) nannte schon Werner die prachtvollen himmelblauen sammtartigfasrigen Halbkugeln, welche mit Malachit in Drusen von Brauneisenstein zu Moldawa im Banat vorkommen. Percy zeigte, daß so sehr ihr Aussehen auch an Kupferlasur erinnert, sie doch nur Spuren von Kohlensäure haben, sondern vielmehr 15,4 Schwefelsäure, 48,2 $\dot{C}u$, 11,7 Eisenoxyd und Thonerde, 23 $\dot{H}$, also etwa $(\dot{C}u^6 \dddot{S} + 3 \dot{H}) + (\dddot{A}l \dddot{S} + 9 \dot{H})$.

10. Uranglimmer Wr.

Der sogenannte Grünglimmer von Johann-Georgenstadt Klaproth Beitr. II. 216, Uranit.

Kleine viergliedrige Tafeln, deren Gradendfläche P = c : ∞a : ∞a sehr blättrig ist, während das Oktaeder o = a : a : c die Seiten der rechtwinkeligen Tafeln unter 143⁰ zuschärft. Diese einfache Form Po ist am häufigsten, es kommt aber auch die erste M = a : a : ∞a und 2te quadratische Säule h = a : ∞a : ∞c, das nächste stumpfe Oktaeder g = a : c : ∞a vor. Schon Phillips bildete noch viele andere Flächen ab.



Die prachtvoll smaragdgrünen bis schwefelgelben Krystalle sind fast so deutlich blättrig als Glimmer, so daß sie quer gar keinen muscheligen Bruch zeigen. H. = 2, Gew. 3,2–3,6. Nach der Zusammensetzung unterscheidet Berzelius (Pogg. Ann. 1. 374) zweierlei:

a) Kupferuranglimmer (Chalcolith)

$\dot{C}u^3 \ddot{P} + 2\ddot{U}^3 \ddot{P} + 24\dot{H}$ mit 60 Uranoryd, 9 $\dot{C}u$, 16 $\ddot{P}$, 14,5 $\dot{H}$, mit Salzsäure befeuchtet färbt er die Flamme blau, und gibt mit Soda auf Kohle ein Kupferkorn. Smaragdgrün. Das gewöhnliche von Johann-Georgenstadt, Schneeberg, Joachimsthal, Grube St. Anton auf dem Schwarzwalde, Redruth, Nordamerika, häufig in Gesellschaft mit Uranpecherz.

b) Kalkuranglimmer (Uranit)

$\dot{C}a^3 \ddot{P} + 2\ddot{U}^3 \ddot{P} + 24\dot{H}$, statt Kupfer 6,2 $\dot{C}a$, zeisiggrün bis citronengelb. Seltener. Besonders bei Autun und St. Yrieux ohnweit Limoges.

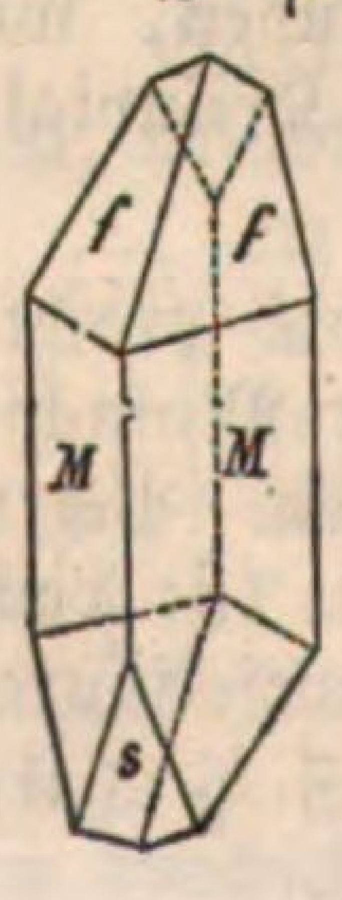
Bleisalze.

Das Bleioryd verbindet sich außer mit $\ddot{P}$ und $\ddot{A}s$ noch mit einer Reihe anderer Säuren zu schönfarbigen Salzen, die wir hier folgen lassen, indem wir an jede Säure die wichtigsten isomorphen Basen anschließen.

1. Rothbleierz Wr.

Chromsaures Blei, wegen seiner schönen Farbe von Hausmann Kallochrom genannt. Aus den Goldgängen von Beresow 1766 von Lehmann de nova minerae plumbi specie crystallina rubra erwähnt.

2 + 1gliedrig, Säule M = a : b : ∞c bildet vorn 93⁰ 30′, ist erkennbar blättrig und fein längsgestreift. Gewöhnlich auf der Vorderseite nur ein Augitpaar f = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c in der Mediankante 119⁰. Interessant ist hinten eine matte Schiefendfläche s = $\frac{1}{7}$a′ : c : ∞b. Eine Zuschärfung der scharfen und stumpfen Säulenkante sieht man öfter, auch wohl eine Schiefendfläche P = a : b : ∞c in die erste Kantenzone f/M fallend. Die Hauptare c halbirt den Winkel der optischen Aren (Pogg. Ann. 37. 374).



Wirkt ziemlich stark auf das Dichroskop, das extraordinäre Bild färbt sich mit einem gelben und blauen Saume. De-

mantglanz insonders auf dem Querbruch der Säule. Schöne morgenrothe Farbe mit oraniengelbem Strich. Härte 2—3, Gew. 6.

Auf Kohle decrepitirt es zu stark, man muß es daher erst im Kolben erhitzen, das Pulver schmilzt dann leicht und reducirt sich mit Detonation zu einer Schlacke, unter welcher die Bleireguli verborgen liegen. Die Schlacke gibt wie das Erz selbst die prachtvollsten grünen Gläser.

$\dot{Pb}\,\ddot{Cr}$ mit 31,7 Chromsäure und 68,3 $\dot{Pb}$.

Es kann leicht künstlich dargestellt werden, indem man schwefelsaures Blei mit chromsaurem Kali übergießt. Es gibt das prachtvolle Chromgelb, wozu man auch das natürliche im Ural benützt. Es kommt daselbst bei Beresow ohnweit Katharinenburg in den dortigen Goldgängen auf Quarz im verwitterten Granit (Beresit) vor, und ist durch Verwitterung von Bleiglanz entstanden. Vauquelin entdeckte darin 1797 das Chrom. Ein zweiter wichtiger Fundort ist Minas Geraes in Brasilien auf Quarz im Talkschiefer. Rezbanya.

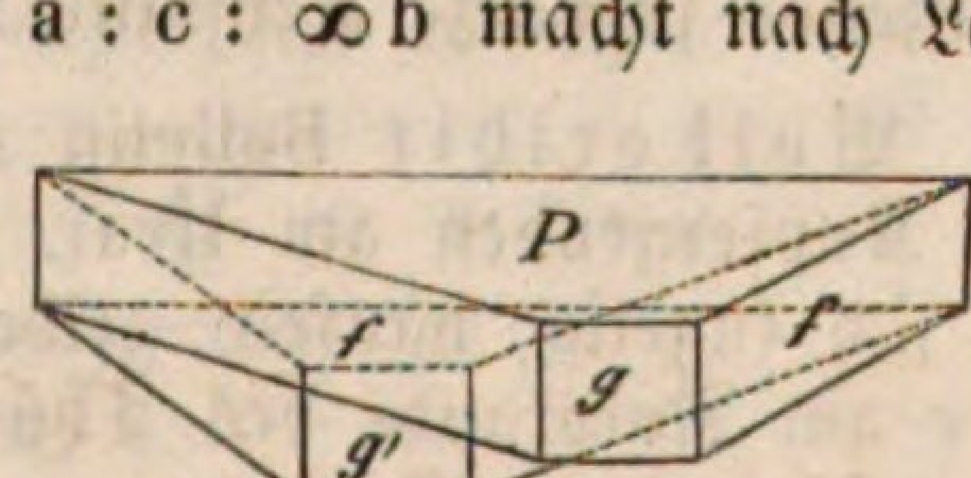
Melanochroit Herrmann Pogg. Ann. 28. 162 von Beresow ist basischer:

$\dot{Pb}^3\,\ddot{Cr}^2$ mit 23,3 $\ddot{Cr}$ und 76,7 $\dot{Pb}$,

fächerförmig gruppirte fast rechtwinklige Tafeln, metallischer Diamantglanz, dunkelfarbig bis kirschroth, und ziegelrother Strich, Gew. 5,75, H. = 3—4. Er decrepitirt nicht so stark. Findet sich mit dem vorigen bei Beresow in kleinen derben Parthieen sonderlich auf Bleiglanz. Rothbleierz bedeckt oder umhüllt ihn gewöhnlich. Die derben Parthien sind nach einer Richtung spaltbar. Noch basischer als dieses ist

das Chromroth $\dot{Pb}^2\,\ddot{Cr}$, jene prachtvolle Zinnoberähnliche Farbe, welche man durch Zusammenschmelzen des Chromgelbs mit Salpeter erhält (Pogg. Ann. 21. 580).

Vauquelinit Berzelius Afhandl. i Fys. VI. 253, der stetige Begleiter des Rothbleierzes von Beresow. $(2\,\dot{Pb} + \dot{Cu})^3\,\ddot{Cr}^2$, also ein durch 10,8 $\dot{Cu}$ verunreinigter Melanochroit. Haidinger (Pogg. Ann. 5. 173) beschreibt die kleinen Krystalle 2 + 1gliedrig: eine geschobene Säule $f = a : b : \infty c$, deren vordere Kante durch $g = a : \infty b : \infty c$ gerade abgestumpft wird. Die Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ macht nach Levy mit g einen Winkel von 120°. Gewöhnlich unregelmäßig durcheinander gewachsen oder Zwillinge g gemein und umgekehrt liegend. Schwarzgrün, aber zeisiggrüner Strich, daran leicht erkennbar.



H. = 2—3, Gew. 6. Dreierlei Vorkommen: a) kleine schwarzgrüne Krystalle haufenweis durcheinander gewachsen; b) kleine Kugeln von Hirsekorngröße aus Krystallnadeln bestehend; c) dichte erdige zeisiggrüne Massen. Auch in Brasilien und andern Orten soll er mit Rothblei einbrechen.

2. Vanadinbleierz.

Vanadinit. 1801 von Del Rio zu Zimapan in Mexiko entdeckt, schon er glaubte darin ein neues Metall, Erythronium zu erkennen, was aber in Frankreich fälschlich für Chrom ausgegeben wurde. Als nun

Sefström 1830 im Stabeisen von Taberg das Vanadin entdeckt hatte (Pogg. Ann. 21. 43), zeigte Wöhler, daß es die Säure in unserm Bleierze sei.

Bildet wie Buntbleierz reguläre sechsseitige Säulen mit Gradendfläche. Die Säule gern bauchig. Gelblich braune Krystalle mit Fettglanz, H. = 3, Gew. 7. Berzelius fand in dem von Zimapan 10 Pb Gl, 70 $\dot{P}b$, 22 $\dddot{V}$, was die Formel

$$Pb\,Gl\,\dot{P}b^2 + 3\,\dot{P}b^2\,\dddot{V}$$

gäbe, nähme man ein Atom $\dot{P}b$ mehr, so käme 3 $\dot{P}b^3\,\dddot{V}$ + Pb Gl, die Constitution des Buntbleierzes. Schmilzt leicht und reducirt sich unter einem Rückstande zu Blei, der Rückstand gibt smaragdgrüne Gläser, kann daher leicht mit Chrom verwechselt werden, allein mit 3 bis 4 Theilen doppelt schwefelsaurem Kali im Platinlöffel geschmolzen, bekommt man eine pommeranzengelbe Masse, während Buntbleierz weiß, Rothbleierz grünlich weiß wird. Außer Zimapan fand es G. Rose bei Beresow (Pogg. Ann. 29. 455) mit Buntbleierz zusammen in bräunlicher Farbe, die größern Krystalle enthalten daselbst öfter einen Kern von grünem Buntbleierz, was auf Isomorphismus deuten könnte. Zu Wanlockhead in Dumfriesshire bildet es kleintraubige Massen auf Galmei, die man lange für arseniksaures Blei gehalten hat, bis Thomson darin 23,4 $\dddot{V}$ nachwies.

Dechenit Bergmann Pogg. Ann. 80. 393 aus dem Buntensandstein von Nieder-Schlettenbach bei Weißenburg (Pfalz) in Brauneisensteinlagern:

$$\dot{P}b\,\dddot{V} \text{ mit } 52{,}9\,\dot{P}b,\ 47\,\dddot{V}.$$

Die krystallinische Masse hat Aehnlichkeit mit dem Sibirischen Rothbleierz, gelber Strich, Fettglanz, H. = 3, Gew. 5,8. Vergleiche auch Kobell's Aräoxen von Dahn in Rheinbaiern, ein Vanadinzinkblei. Ein Vanadinkupferblei erwähnt Domeyko von Chili.

Descloizite Damour Ann. Chim. Phys. 3 sér. 41. 71 aus den Gruben von La Plata, $\dot{P}b^2\,\dddot{V}$, 2gliedrige Säulen von 116° 25′ mit einem Paar auf die scharfen Kanten aufgesetzt, und kleine Oktaederflächen. Kleine glänzende schwarze Krystalle mit einem Stich ins olivengrün.

Volborthit Bulletin Acad. Imp. St. Petersburg IV. 2 $\dot{C}u$, $\dddot{V}$ auf den Kupfergruben am Ural, höchst seltene olivengrüne sechsseitige Tafeln, die sich kugelig häufen, gelber Strich, H. = 3, Gew. 3,5. Zu Friedrichrode am Nordrande des Thüringer Waldes fand Credner im Manganerz ein zeisiggrünes Salz von

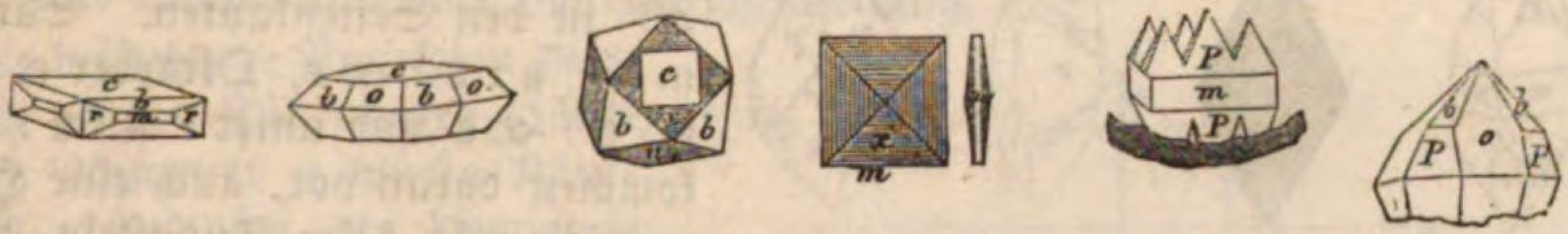
$$(\dot{C}u, \dot{C}a, \dot{M}g, \dot{M}n)^4\,\dddot{V} + \dot{\dot{H}} \text{ mit } 39\,\dddot{V},$$

wie es scheint einen Kalkvolborthit. In der Zechsteinformation von Perm sollen Sandsteine und Holzstämme von Volborthit gelbgrün gefärbt sein. Der Malachitähnliche Konichalcit (Pogg. Ann. 77. 139) von Andalusien enthält 1,8 $\dddot{V}$, die Bohnenerze Norddeutschland's und der Alp (Bronn's Jahrb. 1853. 64 und 463), die Hochofenschlacken von Steiermark, der Kupferschiefer von Mannsfeld, das unreine Uranpecherz ꝛc. geben Reaktionen auf Vanadin.

3. Gelbbleierz Wr.

Bleigelb, Wulfenit, nach Wulfen, der 1781 auf das Kärnthische Vorkommen aufmerksam machte, das man bis auf Klaproth (Beitr. II. 265) fälschlich für Wolframkalk hielt. Molybdate of Lead, Plomb molybdaté.

4gliedrig. Ein etwas blättriges Oktaeder P = a : a : c 99° 40′ in den Endkanten, und 131° 55′ in den Seitenkanten, gibt für Hauptaxe c = 1 die Seitenaxen a = 0,636. Gewöhnlich herrscht die Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b so vor, daß die Krystalle tafelartig erscheinen, selbst zu den dünnsten Blättchen werden, auf welchen sich auch wohl ein ganz flaches Oktaeder mit unendlich kurzer Axe erhebt. Kommt zur Gradendfläche die 1ste quadratische Säule m = a : a : ∞c, so entstehen einfache



quadratische Tafeln, wie man sie bei den wachsgelben häufig findet. Doch wird m gern bauchig, es gesellt sich eine 8seitige Säule r = a : $\frac{1}{2}$a : ∞c dazu, und statt P tritt gar häufig b = a : a : $\frac{1}{3}$c, 73° 7′ in den Seitenkanten mit glänzenden Flächen auf. Die 2te quadratische Säule n = a : ∞a : ∞c ist übermäßig rauh, aber inneres Licht deutet auf Blättrigkeit. Matt ist auch o = $\frac{1}{2}$c : a : ∞a, welche oftmals mit b die Tafeln zuschärft. Oefter gewahrt man auf der Gradendfläche ein kleines glänzendes Viereck, es wird durch ein mattes ganz flaches Oktaeder a : ∞a : $\frac{1}{8}$c erzeugt. Am flächenreichsten sind die kleinen citronengelben Krystalle, welche scheinbar als eine jüngere Bildung zwischen den wachsgelben zerstreut liegen, daran kommt namentlich das nächste stumpfere von P vor, e = a : c : ∞a, und das nächste schärfere von b, d = a : ∞a : $\frac{3}{2}$c. Die wachsgelben Tafeln wachsen sogar durch die neue Masse fort, indem sich lauter Spitze vom Oktaeder P regelrecht darauf setzen.

Wachs-, Honig- bis Citronengelb, bei Retzbanya und in der Kirgisensteppe (Pogg. Ann. 46. 639) auch morgenroth von einem kleinen Chromgehalt. Diamantglanz besonders im Innern. H. = 3, Gew. 6,9.

Vor dem Löthrohr verknistert es außerordentlich stark, schmilzt aber leicht, ein Theil zieht sich schnell in die Kohle, und kleine Bleireguli bleiben zurück. Die äußere Flamme mit Borax gibt gelbliche Gläser, die aber beim Erkalten schnell farblos werden, die Reduktionsflamme macht das Glas sogleich schwarz, hält man das einen Augenblick in die Oxydationsflamme, so gewahrt man darin schwarze Flocken von Molybdänsäure, die aber bei weiterem Blasen schnell verschwinden. Phosphorsalz gibt ein grünes Glas, was kalt stark bleicht.

$\dot{P}b\,\ddot{M}o$ mit 60 $\dot{P}b$ und 40 $\ddot{M}o$.

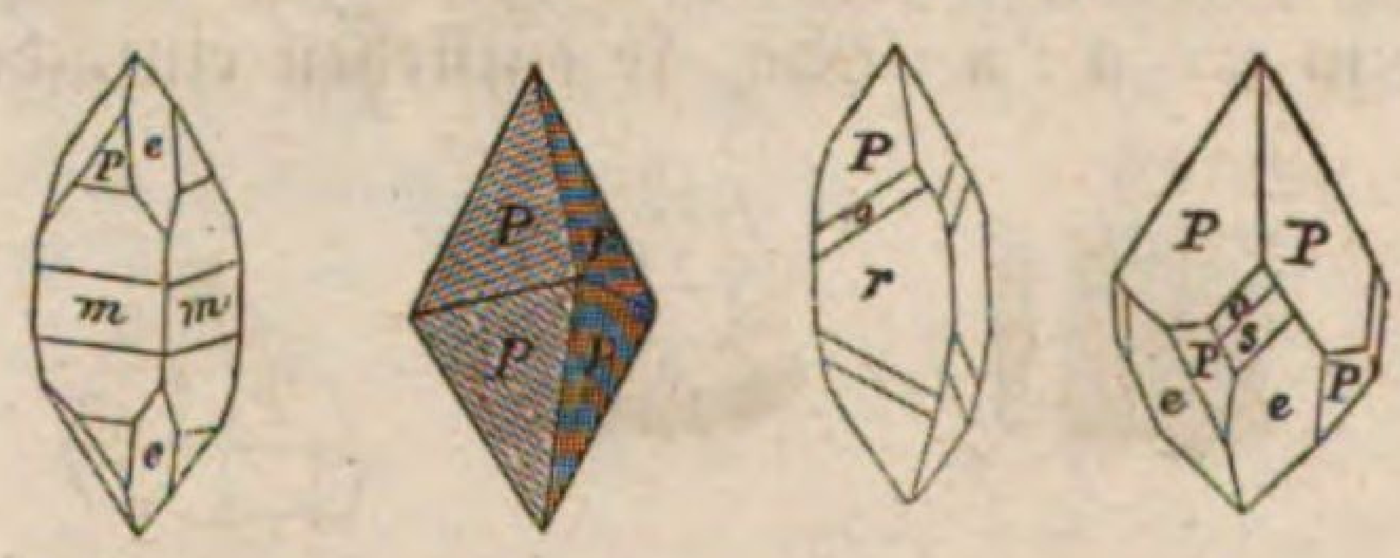
Das Pulver in concentrirter Schwefelsäure gelöst und ein wenig Alkohol hinzugesetzt, gibt eine prachtvolle lasurblaue Farbe von $\ddot{M}o\,\ddot{M}o$. Molybdänsaures Ammoniak gibt bei Gegenwart von Phosphorsäure einen gelben Niederschlag. Man stellt es neuerlich aus dem Gelbbleierz von Garmisch

in Baiern dar, wovon das Pfund 48 kr. kostet, Pogg. Ann. 1852. 450. Die schönsten Varietäten kommen im Kalkstein von Bleiberg und Windischkappel in Kärnthen, Rezbanya, Mexiko, Massachusets. Seltenheit bei Badenweiler am südlichen Schwarzwalde.

4. Scheelbleierz Breith.

Wolframbleierz, Bleischeelat, Tungstate of Lead, Stolzit, nach Dr. Stolz, der zuerst die Zusammensetzung erkannte. Isomorph mit Gelbbleierz (Pogg. Ann. 8. 513), aber mit einer eigenthümlichen Hemiedrie.

Die kleinen grauen Krystalle auf Quarz von Zinnwalde bilden langgezogene Oktaeder P = a : a : c mit 90° 43′ in den Endkanten, und 131° 30′ in den Seitenkanten. Säule m = a : a : ∞c, Oktaeder e = a : c : ∞a und unter P a : a : 2c kommen daran vor, auch eine Hemiedrie wie beim Tungstein hat Naumann (Pogg. Ann. 34. 373) beobachtet. Diese sehr glänzenden Krystalle kamen 1832 auf dem Zwieseler Stollen bei Berggießhübel vor. Schon die einfachen Oktaeder zeigten eine eigenthümliche feine einseitige Streifung parallel der Oktaederkante. Hauptsächlich aber ist die 4 + 4kantige Säule r = a : ½a : ∞c nur hälftig da, das wäre also eine quadratische Säule von Zwischenstellung. Dem entsprechend stumpft dann der Vierkantner v = c : ⅓a : ⅔a blos einseitig die stumpfe Kante P/r ab, bildet daher ein Quadratoktaeder von Zwischenstellung. Die drei Flächen r, P und v dehnen sich öfter stark aus. Es kommen sogar Krystalle vor am einen Ende mit dem glänzenden Hauptoktaeder P, am andern mit dem nächsten stumpfern matten e, dazwischen liegen dann r, v und s = a : c : ⅓a aus der Kantenzone P/r des Hauptoktaeder.



Gewöhnlich garbenförmig und kugelig. Etwas Fettglanz, und vorherrschend grau oder bräunlich. H. = 3, Gew. 8,1.

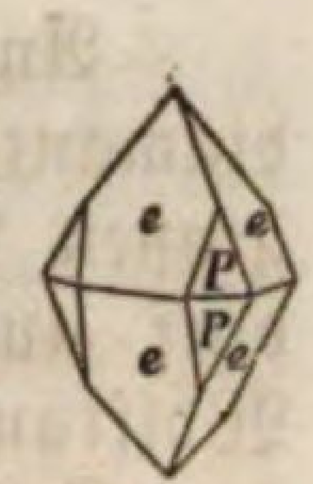
$\dot{Pb}\,\ddot{W}$ mit 51,7 Wolframsäure, 48,3 Bleioxyd,

schmilzt leicht und erstarrt bei der Abkühlung zu einem krystallinischen Korn, dabei beschlägt sich die Kohle mit Bleioxyd; zeigt Reaktion der Wolframsäure. Die Zinnsteingänge von Zinnwalde der Hauptfundort, man darf sie aber nicht verwechseln mit dem dortigen

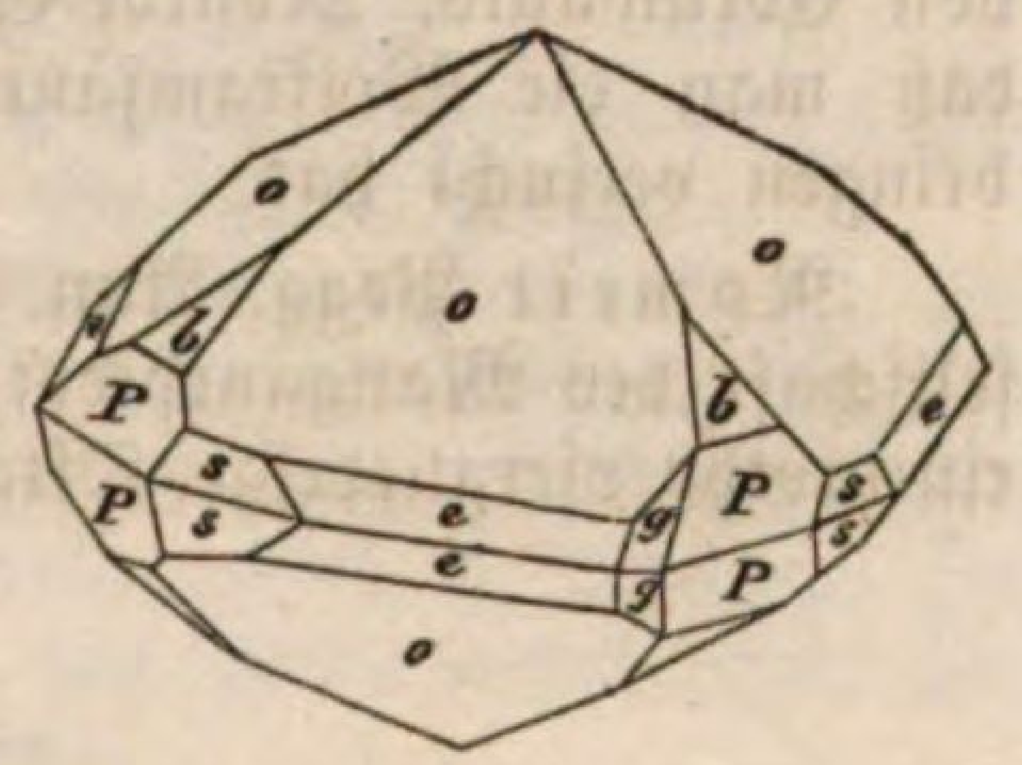
5. Tungstein.

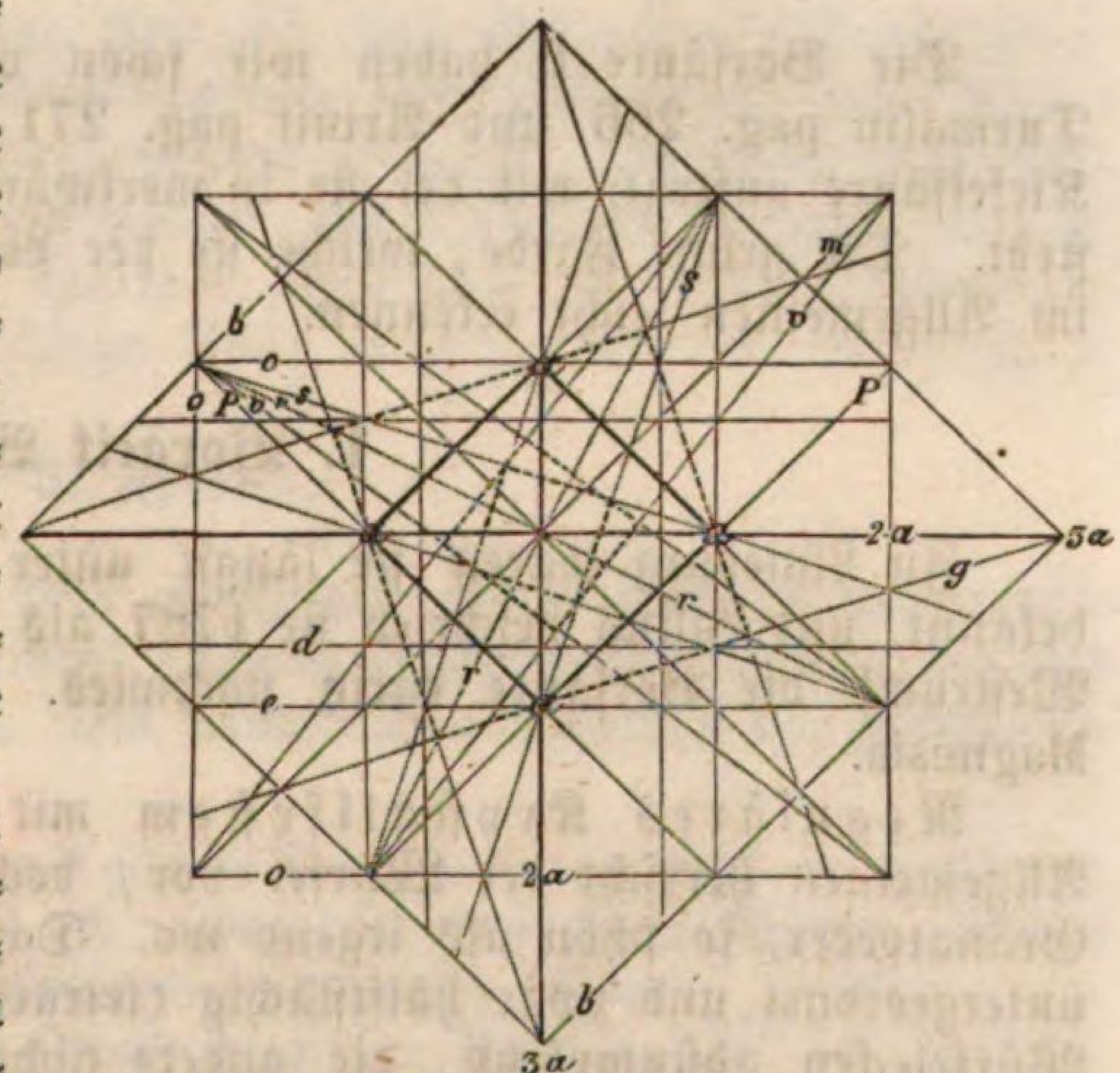
Im perlfarbigen Tungsteen (Schwerstein) der schwedischen Magneteisenlager von Riddarhytta und Bisperg entdeckte Scheele 1781 die Wolframsäure, daher heißt er auch Scheelit. Die Bergleute kannten ihn schon längst als „weiße Zinngraupen", die Cronstedt §. 208 noch zu dem Eisenkalk stellt. Chaux tungstatée.

4gliedrig und isomorph mit Scheelbleierz. Das Oktaeder P = a : a : c mit 100° 40′ in den Endkanten und 129° 2′ in den Seitenkanten ist in den großen Stücken von Schlackenwalde in Böhmen zwar gut erkennbar,

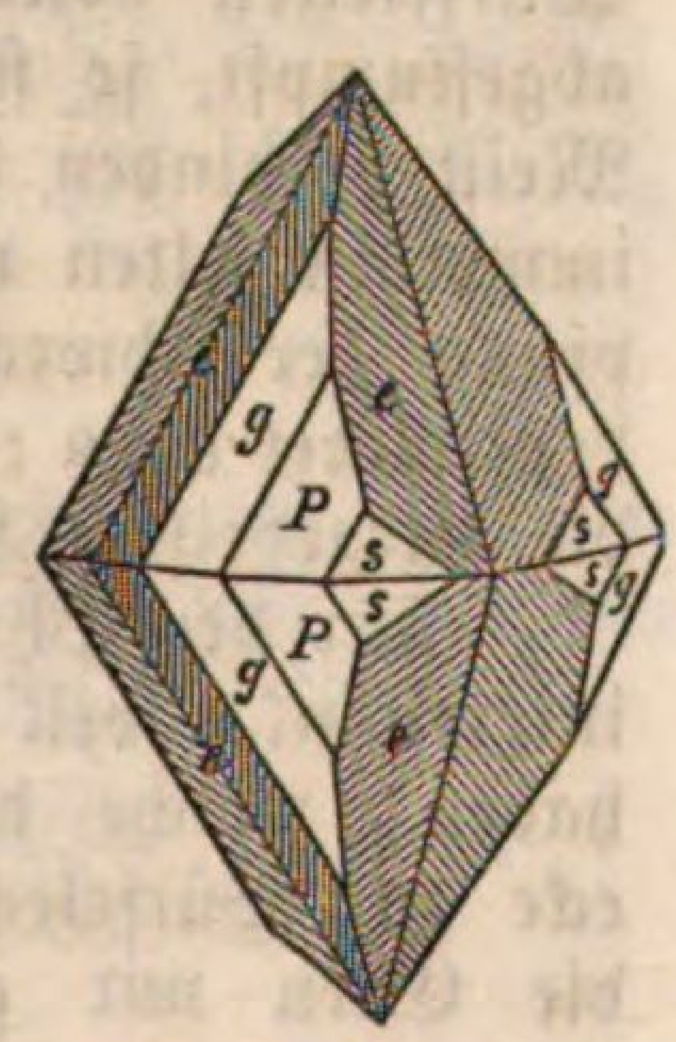


aber nicht mehr recht darstellbar. Das nächste stumpfere ebenfalls blättrige Oktaeder e = a : c : ∞a mit 108° 12′ in den Endkanten und 112° 2′ in den Seitenkanten herrscht gewöhnlich vor, und sieht bei den kleinen Krystallen von Zinnwalde dem regulären Oktaeder sehr ähnlich. Die Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b scheint am blättrigsten zu sein, sie macht mit P 115½°. Schon Levy (Pogg. Ann. 8. 516) erwähnt der Flächen b = a : a : ⅓c, o = a : ∞a : ½c und des Vierkantners s = a : c : ⅓a, welcher aber nur, gerade wie beim Scheelbleierz, auf der einen Seite des Quadranten vorkommt, auf der andern nicht; ebenso g = a : c : 2a, die Kante zwischen P/e abstumpfend, es sind Quadratoktaeder von Zwischenstellung, wie beistehende Projektion deutlich zeigt. Die andere Hälfte des 4kantners g würde Kante P/s abstumpfen, die Hemiedrie der beiden Vierkantner sind folglich entgegengesetzter Ordnung. Die krystallographische Uebereinstimmung dieser drei- und viergliedrigen Minerale ist folglich unverkennbar. Auffallender Weise wird beim Tungstein keine quadratische Säule gefunden.





Höchst eigenthümlich ist ferner die Art, wie sich die Hemiedrie ausgleicht: zwei Individuen, ein linkes und ein rechtes, durchdringen sich parallel der Axe c, so daß die Vierkantner s und g die abwechselnden Quadranten vollständig erfüllen, auch die Streifung von e bestätigt das Gesetz. Würden in dieser Stellung s und g sich ausdehnen, so bildeten sie Rhombenoktaeder.



Fettglanz, meist weiß oder braun, durchscheinend. Härte 4—5, Gew. 6.

$\dot{C}a\,\ddot{W}$ nach Klaproth Beiträge III. 47 enthält es 77,7 $\ddot{W}$ und 17,6 $\dot{C}a$. Die Formel verlangt 80,6 $\ddot{W}$. Vor dem Löthrohr schmilzt er nur an den Kanten, und gibt keinen Bleibeschlag, wodurch er sich leicht vom Scheelbleierz unterscheidet. Die Wolframsäure erkennt man leicht auf nassem Wege: das Pulver mit Salzsäure behandelt gibt einen citronengelben Niederschlag von $\ddot{W}$, die durch Lichteinwirkung grün wird. Wirft man einen Eisendraht hinein, so erzeugt sich blaues $\ddot{W}\,\ddot{W}$.

Auf dem Quarz von Zinnwalde finden sich mehrere Linien lange diamantglänzende braune Krystalle. Schön weiß sind die derben bis faustgroßen späthigen und krystallisirten Stücke von Schlackenwalde; bei Neudorf auf dem Unterharz kommen kleine oraniengelbe Oktaeder e P mit Wolfram in den Spatheisenstein eingesprengt vor, auf den Zinngruben von Cornwallis, Monroe-Grube in Nordamerika, hier in solcher Menge, daß man die Wolframsäure als schöne gelbe Farbe in den Handel zu bringen versucht hat.

Romeït Pogg. Ann. 56. 124 von St. Marcel in Piemont in Gesellschaft des Manganepidot ist $\dot{C}a^4 \dddot{S}b^3$. Romé de l'Isle zu Ehren. Hyacinthrothe viergliedrige Oktaeder mit 110° 50′ in den Seitenkanten.

Borsaure Salze.

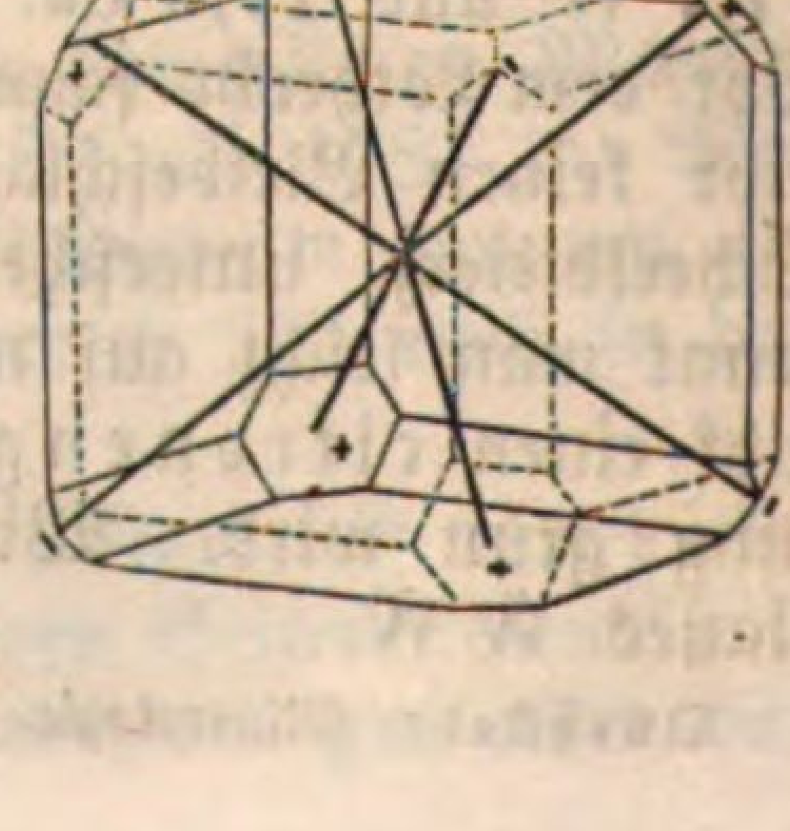
Die Borsäure $\dddot{B}$ haben wir schon oben beim Datolith pag. 291, Turmalin pag. 266 und Axinit pag. 271 kennen gelernt, wo sie neben Kieselsäure auftrat, mit der sie in merkwürdiger chemischer Verwandtschaft steht. Die grüne Farbe, welche sie der Löthrohrflamme ertheilt, läßt sie im Allgemeinen leicht erkennen.

1. Boracit Wr.

Zu Lüneburg waren sie längst unter dem Namen Würfelsteine bekannt, und Lasius beschrieb sie 1787 als cubischen Quarz, worauf dann Westrumb die Borsäure darin nachwies. Magnésie boratée, Borate of Magnesia.

Reguläres Krystallsystem mit tetraedrischer Hemiedrie. Im Allgemeinen herrscht der Würfel vor, doch finden sich auch vollständige Granatoeder, so schön als irgend wo. Dagegen kommt das Oktaeder nur untergeordnet und zwar hälftflächig (tetraedrisch) vor, die eine Hälfte der Würfelecken abstumpfend, die andere nicht, oder wenn die andere auch abgestumpft, so sind dieselben physikalisch verschieden (matt) von den ersten. Meist verbinden sich alle drei Körper mit einander. Andere Flächen sind immerhin selten und klein. Doch findet man oftmals eine feine Abstumpfung der abwechselnden Granatoederkanten, welche dem hälftflächigen Leucitoeder a : a : ½a angehört. Haidinger (Pogg. Ann. 8. 511) fand auch die tetraedrische Hälfte des 48flächner a : ½a : ⅓a.

Für den Physiker sind die „Lüneburger Würfel" seit Hauy besonders interessant, weil sie vier thermoelektrische Axen haben, welche den 4 Dimensionen von Würfelecke zu Würfelecke entsprechen, und zwar sind die Ecken mit großen glänzenden Flächen antilog (+), die ohne oder mit kleinen matten Flächen analog (—). Beim Erwärmen werden alle Ecken zugleich erregt. Nach Henkel sollen während ununterbrochen steigender wie sinkender Temperatur die Pole wechseln (Pogg. Ann. 74. 231).



Farblos, graulich, grünlich 2c., aber nie in-

tensiv gefärbt, Härte = 7, Gew. 3. Glasglanz. Die verwitterten werden innen excentrisch strahlig, besonders bei matten Granatoedern. Diese Strahlen sollen wasserhaltig sein, und werden von Volger (Pogg. Ann. 92. 86) Parasit genannt. Sie sind zugleich der Grund, daß die Krystalle das Licht polarisiren.

$$\dot{M}g^3 \dddot{B}^4 \text{ mit } 69{,}2 \text{ Borsäure, } 30{,}7 \text{ Talkerde.}$$

In der Pincette färbt er die Flamme deutlich grün. Auf Kohle kugelt er sich unter Schäumen zu einer krystallinisch strahligen Masse.

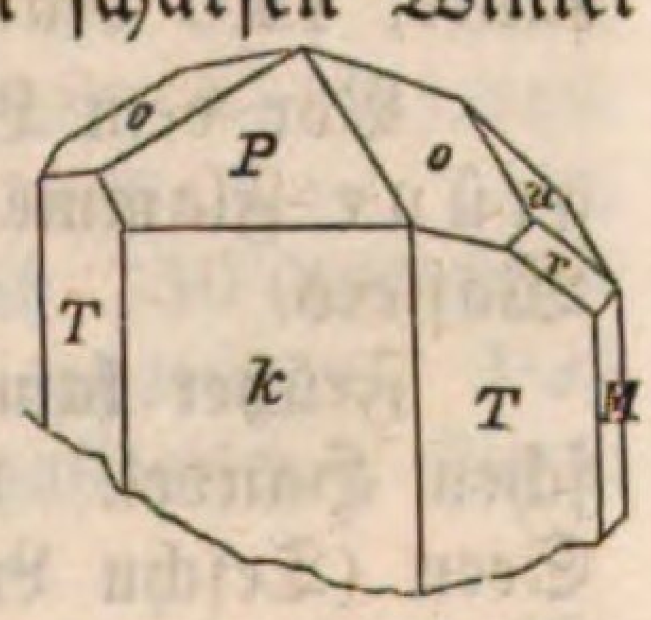
Um und um krystallisirt im Gypse von Lüneburg (am Kalkberge und Schildsteine) und des Seegeberges in Holstein, für Krystalle die einzigen Fundorte. Strahlig fasrige Massen, seidenglänzend und rundlich gruppirt im Keupergyps von Luneville. Bei Staßfurth (Provinz Sachsen) hat sich in einem Bohrloche des Salzgebirges ein fast schneeweißes Lager von derbem Borazit gefunden (Pogg. Ann. 70. 562).

Rhodizit G. Rose (Pogg. Ann. 33. 253), kleine weiße Granatoeder mit Tetraeder auf rothem Lithionturmalin von Schaitansk und Sarapulsk am Ural, färben die Löthrohrflamme grün ($\dddot{B}$) und später roth ($\dot{L}i$), in Salzsäure gelöst und mit Ammoniak und Oxalsäure versetzt, erfolgt ein Niederschlag von Kalkerde. Härte 8, Gew. 3,4. (ῥοδίζειν rothfärben). Sie sind auch thermoelektrisch (Pogg. Ann. 59. 382), daher ein Kalkboracit.

2. Borax.

Agricola 587, soll aus dem arabischen Wort Baurach entstanden sein. Die Inder nennen es Tincal (Tincar Agricola 587), unter welchem Namen es Wallerius aufführt. Ein uralter Handelsartikel aus Hochasien. **Soude boratée.**

2 + 1gliedriges Krystallsystem von augitischem Habitus: eine geschobene Säule T = a : b : ∞c, die vorn einen scharfen Winkel von 87° hat, ein geringer Perlmutterglanz deutet blättrigen Bruch an. Durch die etwas blättrige Abstumpfung der scharfen k = a : ∞b : ∞c und der stumpfen Kante M = b : ∞a : ∞c, ebenfalls blättrig, wird die Säule achtseitig, k herrscht in der achtseitigen Säule stets vor. Am Ende auf der Hinterseite herrscht das Augitpaar o = a′ : c : ½b mit 122° 34′ in der Mediankante. Die vordere Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht mit den Säulenflächen T 101° 20′ = P/T, mit o 139° 30′ = P/o und ist daher 73° 25′ gegen Hauptaxe c geneigt. Darnach finden sich die Axen



$$a : b : k = \sqrt{14{,}014} : \sqrt{12{,}619} : \sqrt{0{,}0132}$$

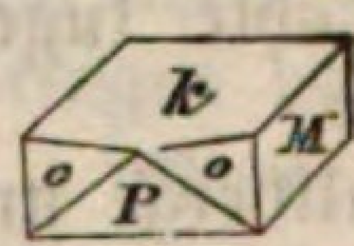
$$\lg a = 0{,}57328,\ \lg b = 0{,}55053,\ \lg k = 9{,}06009.$$

Wir setzen nämlich $\operatorname{tg} 43 \cdot 30 = \frac{b}{a}$, $\operatorname{tg}_1 73 \cdot 25 = \frac{a}{1+k}$, $\operatorname{tg}_0 61 \cdot 17 = \frac{b}{2a}\sqrt{(1-k)^2 + a^2}$. Daraus folgt, wenn wir $a = \operatorname{tg}_1 (1 + k)$ setzen

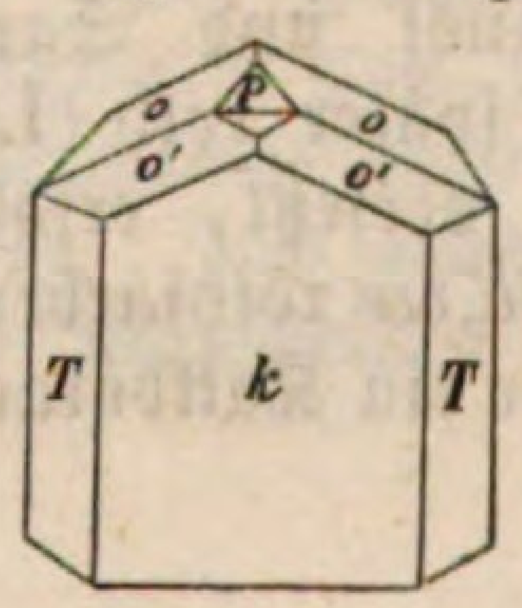
$$k = -\frac{\operatorname{tg}_1{}^2-1}{\operatorname{tg}_1{}^2+1} + \sqrt{\left(\frac{\operatorname{tg}_1{}^2-1}{\operatorname{tg}_1{}^2+1}\right)^2 + \frac{4\operatorname{tg}_0{}^2 - (\operatorname{tg}_1{}^2+1)\operatorname{tg}^2}{(\operatorname{tg}_1{}^2+1)\operatorname{tg}^2}}.$$

daß die Axe A sich nach vorn neige, folgt aus der Vergleichung mit Augit pag. 212 sogleich, A/c macht 91° 45′. Oefter wird die Kante o/T durch ein unteres Augitpaar $u = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c$ abgestumpft, und in der Diagonalzone von P liegt die steile Fläche $r = a : c : \frac{1}{8}b$, die Kante u/T abstumpfend.

Diese Flächen, welche man bei vieler tübetanischer Handelswaare findet, kommen ebenfalls bei den raffinirten in Apotheken käuflichen vor, allein ihnen fehlt häufig die Säule T, statt dessen dehnen sich k und M zur Oblongsäule aus, worauf o/o und P das Ende bilden. Da wird man dann leicht versucht, o/o als die Säule zu nehmen, gegen welche k eine vordere Schiefendfläche und P eine hintere schärfer laufende Gegenfläche bilden, analog den Flächen T P x beim Feldspath, und das würde ganz wohl gehen, wenn die Aehnlichkeit mit Augit nicht auch durch die



Zwillinge unterstützt würde, welche die Säulenflächen k T M gemein haben und umgekehrt liegen. Sie kommen in großer Schönheit vor.



Optisch hat der raffinirte Borax ein hohes Interesse: die Ebene der optischen Axen (Pogg. Ann. 82. 50) entspricht nicht der Medianebene M, sondern einer vordern unter P gelegenen Schiefendfläche, welche mit der Hauptaxe c 55° macht, folglich wird Axe b, welche die stumpfen Säulenkantenwinkel T/T verbindet, zur optischen Mittellinie, die den Winkel der optischen Axen von 28° 42′ halbirt. Aber merkwürdiger Weise haben die Axenebenen der verschiedenen Farben eine verschiedene Neigung gegen c (Pogg. Ann. 26. 308).

Graulich weiß, oft etwas ins Grünliche, durchscheinend. H. = 2—3, Gew. 1,7. $\dot{N}a\,\ddot{B}^2 + 10\,\dot{H}$, Klaproth (Beiträge IV. 350) fand 37 Borsäure, 14,5 Natron und 47 Wasser.

Vor dem Löthrohr gibt er mit Schwefelsäure befeuchtet eine deutlich grüne Flamme. Löst sich in 10 Theilen kalten und 6 Theilen warmen Wassers.

Früher kam er in großen Mengen aus Centralasien in den europäischen Handel. Er setzt sich daselbst besonders am Rande tübetanischer Seen (Teschu Lumbu) mit Steinsalz ab. Die rohe Waare besteht aus Krystallen und Krystallgeschieben, welche in einer mit Fett gemischten Erde liegen, und in Venedig und Amsterdam raffinirt wurden. Seit jedoch die Borsäure in den Lagunen von Toskana gewonnen wird, bezieht man sie von dort. Der geschmolzene Borax löst viele Metalloxyde, darauf beruht seine Anwendung beim Löthrohr und Löthen: zwei Metallstücke lassen sich nämlich durch Löthen nicht vereinigen, wenn die Löthflächen mit Oxyd bedeckt sind, Borax nimmt dieses weg. Auch in der Arzneikunde, Färberei, in der Gegend von Potosi sogar als Flußmittel von Kupfererzen angewendet. 1 Ctr. 60—65 Thlr.

Zwischen 79°—56° C erhält man oktaedrischen Borax $\dot{N}a\,\ddot{B} + 5\,\dot{H}$ (Pogg. Ann. 12. 462) in regulären Oktaedern.

Borocalcit $\dot{C}a\,\ddot{B}^2 + 6\,\dot{H}$ (Hydroborocalcit) mit Natronsalpeter von Iquique, schneeweiße Krystallnadeln mit 46 Borsäure.

Boronatrocalcit $\dot{N}a \dddot{B}^2 + \dot{C}a^2 \dddot{B}^3 + 10 \dot{H}$ von Iquique, bildet weiße knollige Massen (Tiza genannt), welche große Glauberitkrystalle einhüllen.

Hydroboracit Heß Pogg. Ann. 31. 49 vom Kaukasus, strahlig blättrigem Gyps ähnlich und auch so hart, Gew. 1,9. $(\dot{C}a, \dot{M}g)^3 \dddot{B}^4 + 9 \dot{H}$.

3. Sassolin.

$\dot{H}^3 \dddot{B}$. Höfer in Florenz gab 1778 schon Nachricht davon, da er sich an den Rändern der heißen Quellen von Sasso bei Siena in Toscana bildet. Karsten nannte sie nach dem Fundorte.

Der vulkanische bildet kleine krystallinische Schüppchen von Perlmutterglanz, schneeweißer Farbe, Talkhärte, und Gew. 1,5. Fühlt sich fettig an. Hat einen deutlichen Blätterbruch, aber die Form ist noch nicht sicher gestellt. Die künstlichen Krystalle von Sasso, welche in den Handel kommen, bestehen aus kleinen körnigen Krystallen, die wegen ihres deutlichen Blätterbruchs ein auffallend gypsartiges Ansehen haben. Es schimmert noch ein zweiter Blätterbruch heraus, aber die Krystallflächen sind durchaus undeutlich. Vergleiche übrigens Miller (Pogg. Ann. 23. 557), der künstliche Krystalle in sechsseitigen Säulen mit Gradendfläche und diheraedrischen Abstumpfungen bekam, die aber eingliedrig sein sollen.

Klaproth (Beiträge III. 95) wies darin 86 wasserhaltige Borsäure nach, welche sich vor dem Löthrohr an der grünen Flamme leicht kenntlich macht. Die Borsäure verflüchtigt sich unter Mitwirkung der Wasserdämpfe ein wenig, daher bedecken im Krater von Vulcano „die seidenartig glänzenden Schüppchen wie frischgefallener Schnee den rothgelben Selen-Schwefel" auf den dortigen Laven. Technisch wichtig sind die 100° C. heißen Wasserdämpfe und Gasströme von Sasso (Suffioni), welche in weißlichen Wirbeln sich in die Luft erheben (Pogg. Ann. 57. 601). Man errichtet darüber künstliche Wasserbecken (Lagoni), die durch die Dämpfe mit Borsäure angeschwängert werden. Die Wasser dampft man dann wieder mittelst der heißen Gase ab, und erhält so jährlich 750,000 Kilogramm krystallisirter Säure, die der Hafen von Livorno ausführt. Das wirft ein Licht auf die Bildung von Borax in den hochasiatischen Seen.

Chloride.

Nebst Bromiden und Jodiden. Das Hauptlager von Chlor bildet das Steinsalz, auch spielt es in den Fumarolen der Vulkane eine Rolle. Direkte Versuche haben es zwar in Graniten und Laven nachgewiesen, aber doch nur in geringen Portionen, obwohl das Salz mit dem Wasser alle Klüfte und Fugen des Erdkörpers durchdringt. Im Buntbleierz, Apatit pag. 385 und Sodalith pag. 299 war es ein wichtiger Beigehalt, der unwichtigen nicht zu gedenken. Auf trockenem Wege sucht man es durch die blaue Flamme des Kupfers kennbar zu machen pag. 147.

1. Hornerz.

Ag Cl. Ein reiches Silbererz, was schon Fabricius 1566 nur meinen konnte, wenn er von einem leberfarbenen Silbererze spricht, „was in Stücken gegen das Licht einen Schein als Horn hat.“ Matthesius 1585 nennt es Glaserz, „es ist durchsichtig wie ein Horn in einer Laterne und schmilzt am Lichte. Pabst von Ohain nannte es daher und wegen der Aehnlichkeit mit dem künstlichen Hornsilber Hornerz. Argent murialé.

Regulär in kleinen grauen Würfeln zu Johann-Georgenstadt. Schöner sind die künstlichen Oktaeder und Granatoeder aus einer Lösung von Ammoniak. Geschmeidig, durchscheinend, frisch farblos, wird aber am Lichte gelb, violett und zuletzt schwarz. Fettiger Diamantglanz. H. = 1, Gew. 5,5.

Klaproth (Beiträge IV. 10) wies bei dem muscheligen Hornerz von Peru 76 Ag und 24 Cl nach, was mit dem künstlichen vollkommen stimmt. Verunreinigungen an Thon, Eisenoxyd ꝛc. fehlen bei dem natürlichen nicht. Schmilzt sehr leicht, und reducirt (in der innern Flamme) sich leicht zu Silber.

Mit gediegenem Silber hauptsächlich in den obern Teufen der Gänge, daher kam es dann auch im 16ten Jahrhundert auf dem Erzgebirge in reichen Anbrüchen vor. Im Mineralienkabinet von Dresden bewahrt man ein würflich geschnittenes Stück von mehreren Pfunden auf, was aus jener guten Zeit stammen mag. Ebenso liefern Mexiko, Peru und Chili Mengen zum Verhütten. Zu Schlangenberg im Altai bildet es blechartige Anflüge auf Hornstein. Die große Verwandtschaft von Chlor zum Silber ist davon die Ursache. Silbermünzen im Erdboden, auf dem Meeresgrunde ꝛc. sollen häufig Chlor anziehen. Salpetersaures Silber bildet daher ein so wichtiges Reagenzmittel für Chlor, Ammoniak löst das Chlorsilber. Es schmilzt bei 260° C., und liefert erkaltet eine ganz ähnliche Masse, als das derbe natürliche Vorkommen.

Das Buttermilchsilber (Klaproth Beitr. I. 128) ist ein mit Thon gemengtes Erz von 33 p. C. Hornerzgehalt, von bläulichgrauer Farbe und glänzendem Strich. Es kam schon 1576 und 1617 auf der Grube St. Georg zu Andreasberg mit Kalkspath und Kreuzstein vor.

2. Jodsilber.

Ag J. Vauquelin (Pogg. Ann. 4. 365) fand das Jod zuerst im Silbererz der Provinz Zacatecas in Mexiko, nachdem es vorher schon Fuchs (Schweigger's Journal 37. 445) im Steinsalz von Hall in Tyrol und Angelini in der Soole von Sales in Piemont nachgewiesen hatten. Denn nach Stromeyer zeigt Stärkmehl noch einen Gehalt von $\frac{1}{450000}$ Jod an, ja nach Chatin läßt sich selbst ein Zehnmilliontel Jodkalium im Wasser nachweisen. Jod fand sich seit der Zeit nicht nur in den verschiedensten Quellen, in Gebirgsarten (Posidonienschiefer des Lias in Schwaben), sondern selbst in der Luft. Auch das Silber ist ein empfindliches Reagenz für den merkwürdigen Stoff, der wegen seiner Veränderung gegen Licht in der Daguerrotypie eine so wichtige Rolle spielt.

Nach Descloizeaux (Ann. Chim. phys. 3 sér. 40. 85) diheraedrische Tafeln, sehr deutlich blättrig nach der Gradendfläche. Ein Diheraeder mit 118° in den Endkanten stumpft die Endkanten in der regulären sechsseitigen Säule ab. Von der Form des Greenockit.

Die Farbe des Jodsilbers ist gelblich, durchscheinend, mit Geschmeidigkeit und glänzendem Strich, Härte = 1, Gew. 5,5. Ertheilt der Flamme Purpurfarbe, und schmilzt sehr leicht unter Entwickelung von Joddämpfen. Vauquelin fand im Mexikanischen 18,5 Jod, es kommt daselbst im Serpentin vor; Domeyko fand im Chilenischen 46,9 Jod (Ann. des mines 4 sér. 1844 tom. VI. 160), dasselbe verändert am Licht nicht seine Farbe, wie das künstliche, ist nicht so geschmeidig, und von blättriger Struktur. Guadalaxara in Spanien.

Jodquecksilber wurde von del Rio zu Casas Viejas in Mexiko gefunden, es soll daselbst als rothe Farbe benützt werden. Das künstliche Quecksilberjodid Hg J zeigt nach Mitscherlich (Pogg. Ann. 28. 116) einen interessanten Dimorphismus und Farbenwechsel: sublimirt man nämlich Quecksilberjodid, so bekommt man zweigliedrige rhombische Tafeln von 114°, warm sind sie schön gelb, kalt werden sie aber plötzlich und ruckweise intensiv roth. Einige Blätter, die gelb zurück bleiben, nehmen auch bei geringer Erschütterung die rothe Farbe an. Die rothen Krystalle bekommt man, wenn man in einer nicht zu concentrirten Auflösung von Jodkalium Quecksilberjodid beim Kochpunkt desselben auflöst. Es sind viergliedrige Tafeln von 141° in den Seitenkanten.

3. Bromsilber

wird als Plata verde (grünes Silber) im Distrikt von Plateros bei Zacatecas verhüttet (Pogg. Ann. 54. 585). Nach Berthier soll es reines Ag Br mit 42,5 Brom sein. Isomorph mit Hornerz, und auch in kleinen Würfeln und Oktaedern bekannt. Stark glänzend, olivengrün bis gelb, H. = 1—2, Gew. 6,3. Auch im Hornerz von Huelgoeth in der Bretagne verrathen kleine grünliche Körner den Bromgehalt. Nach Domeyko kommt in den Pacos von Chanaveillo bei Coquimbo in Chili reines Bromsilber vor, gewöhnlich sind es aber Chlorobromure, und eines davon nannte Breithaupt

Embolit (*Ἐμβόλιον* Einschiebsel Pogg. Ann. 77. 134), das nach Plattner aus 2 Ag Br + 3 Ag Cl mit 20 Br und 13 Cl besteht.

Die Verbreitung des Broms knüpft sich eng an die des Jod's und Chlor's, namentlich kommt es auch in dem Meere und Steinsalzbildungen vor. Brüel fand in alten griechischen, römischen und sächsischen Münzen des 13ten Jahrhunderts neben Chlor auch einen Bromgehalt. Bekanntlich nennen die mexikanischen Bergleute die obern Teufen der Silbergänge Colorados (Pacos der Peruaner), wo die Erze in Folge von Zersetzung gefärbt sind, im Gegensatz von den tiefern Negros, wo die geschwefelten Erze (Bleiglanz, Blende, Glaserz rc.) noch unzersetzt liegen. Aber gerade in den veränderten Colorados spielen neben gediegenem Silber die Chlor-, Brom- und Jodverbindungen ihre Rolle. Es ist daher mehr als wahrscheinlich, daß diese im heutigen Meere noch ihre Hauptrolle spielenden

Substanzen auch den Gängen von außen zugeführt wurden. Hier kommt auch das Grausilber $\dot{A}g\ddot{C}$ pag. 360 vor.

4. Hornquecksilber.

Quecksilber-Hornerz Werner's, Mercure muriaté, Quecksilberchlorür $Hg^2 Cl$ von der Zusammensetzung des künstlichen Kalomel.

4gliedrig. Die künstlichen bilden lange quadratische Säulen mit einem Oktaeder von 136° in den Seitenkanten. Die Krystalle haben Aehnlichkeit mit dem Zirkon. Am Landsberge bei Moschel (Hessenberg Abh. Senck. Nat. Ges. 1854. I. pag. 24) in der Rheinpfalz kommen sie mit gediegenem Quecksilber in kleinen Drusenhöhlen von Brauneisensteinhaltigem Kalkstein vor, die kurzen kleinen perlgrauen Krystalle gleichen dem Hornerz, lassen sich aber zu Pulver zerbrechen, obgleich sie mild sind. H. = 1—2, Gew. 6,5.

85,1 Quecksilber, 14,9 Chlor. Vor dem Löthrohr schmelzen sie leicht und verflüchtigen sich, indem sie die Kohle mit Sublimat stark weiß beschlagen. Die complicirten Krystalle, welche Brooke maß, stammten von Almaden. Ein wichtiges pharmaceutisches Präparat.

Das giftige künstliche Quecksilberchlorid $Hg Cl$ ist dimorph (Pogg. Ann. 28. 119): das aus einer Alkohollösung krystallisirte hat 2gliedrige Tafeln $M = a : b : \infty c$ 108° 5′, Oktaeder $a : b : c$, Zuschärfung auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt, $A = b : c : \infty a$ mit 93° 48′ im Axenpunkte c, Gradendfläche $P = c : \infty a : \infty b$. Das sublimirte ist zwar auch zweigliedrig, aber in andern Winkeln.

5. Hornblei Karst.

Bleihornerz. Es wurde zu Matlock in Derbyshire gefunden, und schon von Klaproth Beitr. III. 141 analysirt, Murio-carbonate of Lead.

Viergliedrig. Die quadratische Säule $M = a : \infty a : \infty c$ ist blättrig, auch die Gradendfläche $P = c : \infty a : \infty a$, und diese beiden herrschen vor. Das Oktaeder $a = a : a : c$ mit 113° 48′ in den Seitenkanten stumpft die Ecken ab; $d = a : a : \infty c$, $e = a : \frac{1}{2}a : \infty a$, $b = a : c : \frac{1}{2}a$, $n = a : a : 8c$, $r = a : a : \frac{3}{2}c$, $a : a : \frac{5}{2}c$. Selten.

Diamantglanz, grau, gelblich und grünlich, milde, H. = 2—3, G. 6,3.

$Pb Cl + \dot{P}b \ddot{C}$ mit 51 Chlorblei und 49 kohlensaurem Blei. Auf der Galmeigrube Elisabeth bei Tarnowitz kommen nach Krug v. Nidda. (Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. II. 126) bis 3 Zoll große Krystalle vor, die sich theilweis oder ganz in kohlensaures Blei verwandelt haben. Dufrénoy bildet sie auch von der Grube Hausbaden am südlichen Schwarzwalde ab. In den Laven des Vesuvs.

Das reine Chlorblei $Pb Cl$, künstlich, ist neuerlich von Schabus (Sitzungsbericht Kais. Akad. Wiss. Wien 1850, April pag. 456) 2gliedrig beschrieben worden. In den Laven des Vesuvs kommen kleine weiße Krystalle vor (Colunnia Monticelli Miner. Ves. 47, Colunnit), die vor dem Löthrohr leicht schmelzen, die Kohle weiß beschlagen, aber zugleich einen Bleirauch geben. Wahrscheinlich Sublimation von Chlorblei, das sich bei dem großen Ausbruch 1822 am Vesuv erzeugt, aber mit dem dortigen Hornblei nicht zu verwechseln ist.

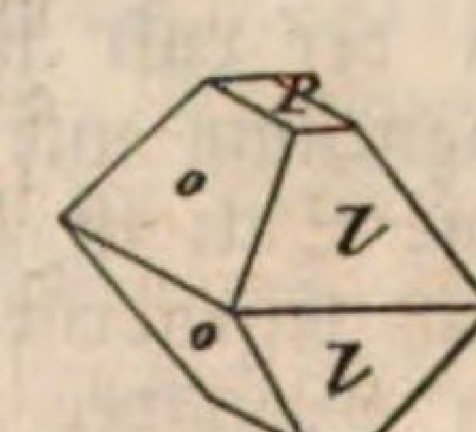
Mendipit aus den Mendip-Hügeln bei Churchile in Sommersetshire ist $Pb\,Cl + \dot{P}b^2$. Strohgelbe derbe Stücke mit zwei deutlich blättrigen Brüchen, welche eine rhombische Säule von 102° 27′ bilden, Demantglanz, Gew. 7, H. = 2—3. Kommt auch neuerlich in weißen derben blättrigen Stücken zu Brilon in Westphalen vor. Davon verschieden ist der

Matlockit $Pb\,Cl + \dot{P}b$ (Rammelsberg Pogg. Ann. 85. 144) auf alten Halden von Cromfort bei Matlock sparsam gefunden. Er hat nur einen deutlich blättrigen Bruch, und es könnten nach G. Rose reguläre sechsseitige Tafeln sein.

Das Chlorblei schmilzt bekanntlich leicht mit Bleioxyd zusammen, und zwar in den verschiedensten Verhältnissen, dahin gehört unter anderen das Casseler Gelb $Pb\,Cl + \dot{P}b^7$, eine strahlig blättrige gelbe Masse.

6. Salzkupfererz Wr.

Dombey brachte aus den Bergwerken von Copiapo einen grünen Streusand mit, welchen Blumenbach Atacamit nannte, weil ihn die Indianer in der Wüste Atacama gefunden haben wollten (Mémoir. de l'Academ. des Sc. Par. 1786 pag. 153). Schon Vauquelin wieß darin die Salzsäure nach, daher Cuivre muriaté. Smaragdochalcit Hausmann. Besonders schön und krystallisirt sind die mit Ziegelerz vorkommenden von Los Remolinos, es sind 2gliedrige Oblongoktaeder ooll mit 112° 20′ und 105° 40′ in der rhombischen Basis, die Endecke durch einen etwas blättrigen Bruch P abgestumpft.



Die Farbe der Krystalle öfter innen eigenthümlich schwärzlich grün, während die Oberfläche eine Kruste von prachtvollstem Smaragdgrün überzieht, das auch stellenweis durch das Schwärzliche in's Innere zieht. H. = 3—4, Gew. 4,4.

Vor dem Löthrohr färbt es die Flamme prachtvoll blau und grün, das Blaufärben ist Folge von Chlorgehalt. $3\,\dot{C}u\,\dot{H} + Cu\,Cl$, nach Klaproth Beitr. III. 196 73 $\dot{C}u$, 17 $\dot{H}$, 10 Salzsäure. In der Algodon Bai (Bolivia) bricht es in solcher Menge, daß es von dort nach England und Hamburg eingeführt und verhüttet wird. Denn an jener Küste, wo es nie regnet, fehlt es gänzlich an Holz. Die Grube Atakamia steht 200′ tief fast ganz in diesem Erz. Das Meerwasser hat ohne Zweifel zur Bildung beigetragen. Der aerugo nobilis auf Aegyptischen Antiken soll öfter Chlorkupfer enthalten. In den Laven des Vesuv's und Aetna findet man öfter smaragdgrüne Nadeln und Anflüge.

Das künstliche Kupferchlorür $Cu^2\,Cl$ ist weiß, Mitscherlich stellte es in bestimmbaren Tetraedern dar, die sich im Sonnenlicht bläulich färben (Pogg. Ann. 49. 401).

Eisenchlorid $Fe^2\,Cl^3$ kommt öfter in den Vulkanen vor, es hat eine braunrothe Farbe. Gewöhnlich soll es mit Salmiak verbunden sein, die Farbe verläuft dann in's Pommeranzen- bis Schwefelgelbe. Wo am Vesuv und Aetna Fumarolen hervorbrechen, finden sich diese Farben häufig, welche man nicht mit Schwefel verwechseln darf.

7. Steinsalz.

Sal Plinius 31. 39, Strabo's ἅλσ ὀρυκτός; Muria Plin. 31. 40, Natürliches Kochsalz Wr. Soude mouriateé, Sel gemme. Vorzugsweis Salz genannt.

Reguläres Krystallsystem: der Würfel zeigt darin deutliche und darstellbare Blätterbrüche. Solche späthige Salzblöcke kommen in bedeutender Größe vor. Die Würfelform selbst findet sich ausgezeichnet schön (Hallein) und groß (Wieliçka), allein andere Flächen sind selten. Schon Hauy erwähnt, daß wenn man es in frischem Urin krystallisiren läßt, Oktaeder entständen, ich habe auf diese Weise schöne Granatoeder bekommen, die aber verwittern. Eigenthümlich sind die trichter- oder treppenförmigen Krystalle, welche in den Salzpfannen bei starkem Erwärmen entstehen: es sind lauter kleine Würfel, die sich parallel über einander lagern. Die Trichter gleichen zwar einem halben Oktaeder, das aber gegen die Würfelkanten die Lage der Granatoederflächen hat, daher nicht mit dem regulären Oktaeder verglichen werden kann. Bei Berchtesgaden kommen in den rothen Thonmergeln des Salzgebirges ringsum gebildete verschobene Würfel mit eingedrückten Flächen vor, die in allen ihren Einzelnheiten den Würfeln unserer Keupersandsteine (krystallisirter Sandstein, Dr. Jäger Denkschriften Aerzt. Naturf. Schwabens I. 293) und Keupermergel gleichen. Letztere mögen daher wohl Afterkrystalle von Steinsalz sein (Haidinger Pogg. Ann. 71. 247).

Süß salziger Geschmack, etwas spröde, Härte = 2, Gewicht 2,25. An der Luft wird es leicht feucht, wegen eines Gehaltes an Chlormagnesium und Chlorcalcium, die aus der Luft Wasser anziehen. Das reine Salz ist farblos, kommt aber häufig grau durch Thon, oder roth durch Eisenoxyd vor. Ja im Salze von Cordona soll die rothe Farbe von Monaden und Bacillarien herrühren, die auch den unterliegenden Thon erfüllen (Pogg. Ann. Ergänzungsb. 51. 525). Selbst das fasrige violette (Hallein) und das prachtvolle blaue, welches in schönen Wolken das farblose und weiße Salz durchzieht (Hallstadt, Hall in Tyrol), soll seine Farbe dem Bitumen danken.

Diatherman pag. 127, von 100 Wärmestrahlen läßt es 92 durch, und da man es wegen seines Blätterbruchs leicht in großen Platten gewinnen kann, so ist es in dieser Hinsicht von hohem Interesse, namentlich auch wichtig für Linsen, um schwache Wärmestrahlen zu sammeln.

Das krystallinisch ziemlich grobkörnige Knistersalz von Wieliçka enthält nach Dumas (Pogg. Ann. 18. 601) Wasserstoff eingepreßt, was sich in kleinen Höhlungen befindet. Wirft man nur ganz kleine Stücke davon in eine große Schüssel mit Wasser, so entsteht von Zeit zu Zeit ein ganz unerwartet starkes Knacken: das gepreßte Gas entweicht, und erzeugt zuweilen auch Bewegungen im Wasser. Beim Zerschlagen riecht es stark bituminös, weil auch Kohlenwasserstoff sich dabei findet. Auch bei Hallstadt soll vorkommen.

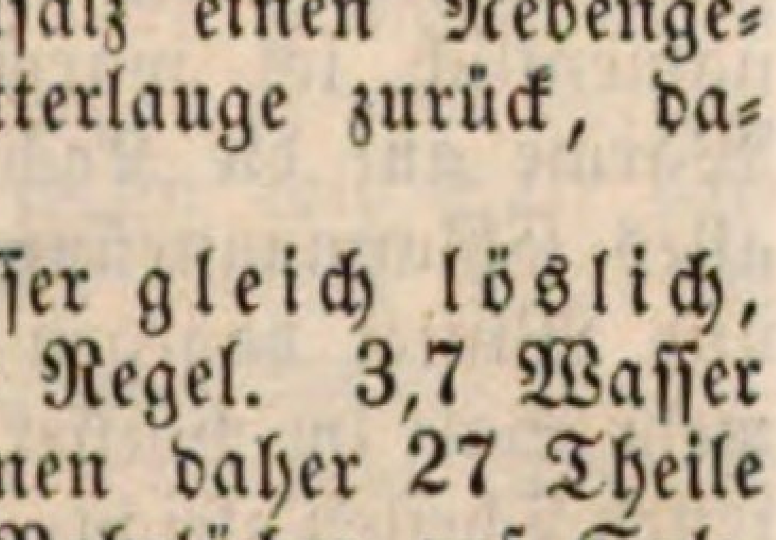
Vor dem Löthrohr in der Pincette schmilzt es sehr leicht und hängt in großen Proben wie Wassertropfen hinab, die beim Erkalten zu vielen kleinen Würfeln krystallisiren. Es decrepitirt nicht, während das treppen-

förmig gebildete Kochsalz stark verknistert, weil dasselbe viele Bläschen von Mutterlauge einschließt. H. Rose (Pogg. Ann. 48. 354) folgert daraus, daß das Steinsalz nicht auf nassem Wege sich gebildet habe. Krystallinisches Salz zeigt Lamellarpolarisation. Da es im Wasser leicht löslich ist, so kann es sich in kleinen Mengen nur halten, wo Wasserzutritt fehlt. An der Amerikanischen Westküste z. B. in der Algodon-Bai, wo es nie regnet, verkittet Salz die Dolomit und Porphyrbreccien. Es scheint hier noch vom Meeresrückzuge sich erhalten zu haben, v. Bibra, Reise in Südamerika II. 185.

Na Cl mit 60,34 Cl, 39,66 Natrium.

Das Salz verflüchtigt sich bei der Rothglühhitze, doch nicht so leicht als Chlorkalium. Daher pflegt das Vulkanische Salz Kaliumreicher zu sein, als Meer- und Steinsalz. Vogel fand zuerst das Kalium im Steinsalz von Berchtesgaden (Gilberts Ann. 64. 159). Chlormagnesium und Chlorcalcium häuft sich in unregelmäßigen Höhlungen im Salze von Cheshire (Pogg. Ann. 18. 606) an. Das Jod hat Fuchs im Steinsalz von Hall in Tyrol erkannt, außerdem sind die Quellen von Sales, Halle, Rehme, Kreuznach rc. durch ihren Jodgehalt berühmt. Brom findet sich noch häufiger, namentlich auch in den Württembergischen Solen (Fehling, Württ. Jahreshefte 1848. 18), im Englischen Steinsalz rc. Des Salzthones, Gypses und anderer schwefelsaurer Salze nicht zu gedenken. Alle diese fremdartigen Beimischungen geben dem Steinsalz einen Nebengeschmack, beim Sieden bleiben sie jedoch in der Mutterlauge zurück, darunter auch Brom und Jod.

Das Salz ist in kaltem wie in warmem Wasser gleich löslich, bildet insofern eine merkwürdige Ausnahme von der Regel. 3,7 Wasser nehmen 1 Theil Salz auf. 100 Theile Sole können daher 27 Theile Salz enthalten. So reich sind die Wasser unserer Bohrlöcher auf Salz, die natürlichen Salzquellen pflegen ärmer zu sein, sie haben weniger Grade, wie man zu sagen pflegt: Halle in Sachsen 21 Grad, Schönebeck 11,5°, Kreuznach an der Nahe 1,5°, was man kaum noch schmeckt. Die schwachen Solen müssen daher der Holzersparniß wegen durch Luftverdunstung gradirt werden: die Schönnebecker Gradierwerke, aus Dornen aufgerichtet, waren früher 6000′ lang, 50′ hoch und 8′ breit. Bei gewöhnlicher Temperatur krystallisirt das Chlornatrium ohne Wasser, es unterscheidet sich dadurch vom Na Br, welches bei + 30°, und vom Na J, das bei 40°—50° sich ohne Wasser in regulären Würfeln ausbildet. Beide letztere Salze nehmen vielmehr bei gewöhnlicher Temperatur 4 Atom. $\dot{H}$ auf, was das Chlornatrium erst unter —10° thut (Mitscherlich Pogg. Ann. 17. 385), es bilden sich dann 2 + 1gliedrige Krystalle von Na Cl + 4 $\dot{H}$ (Hydrohalit) in Tafeln M = a : b : ∞c 118° 32′, Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht vorn in P/M 109° 48′, ein hinteres Augitpaar b = a′ : c : ½b in der Mediankante 123° 45′, g = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Säulenkante ab, ein vorderes Augitpaar e = a : c : ½b in der Diagonalzone von P bildet in P/e 149° 47′. In strengen Wintern bilden sich solche Krystalle in den großartigen Solenleitungen, welche im Salzburgischen über Berg und Thal setzen, um die Sole in holzreichere Gegenden zu führen.



Soll das Seewasser gefrieren, so muß sich das Salz vorher ausscheiden, darauf beruht die Gewinnung des Seesalzes in kalten Zonen (Bottnischen Meerbusen), hier muß also das Salz unter Umständen auch 2 + 1gliedrig werden. Wrangel fand Meersalz (Rassöl) auf dem Polareis in der Gegend von Neu-Sibirien ausgeschieden (Reise längs der Nordküste von Sibirien und auf dem Eismeer, herausgegeben von Engelhardt II. 256), das sollte füglich diese Form haben.

Vorkommen. Das Salz findet sich stets in Gesellschaft von Salzthon und Gyps (Anhydrit) unter Verhältnissen, die es fast außer Zweifel setzen, daß es Niederschläge ausgetrockneter Meere waren. Denn bekanntlich versalzen alle Meere und Seen ohne Abfluß. Ein Beispiel ist das Todte Meer, und der durch viele Reisende bekannt gewordenen Eltonsee (Altan Nor goldne See) auf der linken Seite der untern Wolga. Dieser obgleich nur 3 Meilen lang, 2¼ Meile breit, und so flach, daß man überall durchwaten kann, liefert dennoch den Russen alljährlich 4 Millionen Pud des besten Salzes. Die Charisacha Sommer's mit 4 p. C. Na Cl bildet den Hauptzufluß, und speißt den See hauptsächlich mit Salz: die oberste 1—2 Zoll mächtige Schicht besteht aus schneeweißen Würfeln, im innern des Sees wird diese Schicht oft 5 Zoll dick, man hebt sie mit langen Stangen auf, wäscht sie ab und führt sie auf Kanälen an's Ufer. Aber nur Sommer's erzeugen sich diese Niederschläge, im Herbst und Winter tritt dagegen Chlormagnesium an die Stelle. Dieses ist namentlich im warmen Wasser viel löslicher als im kalten, während Wärme auf die Kochsalzlösung keinen Einfluß übt. Sommer's wird also alles Chlormagnesium gelöst, nur Steinsalz schlägt sich nieder, im Herbst und Winter dagegen schlagen sich die Magnesiasalze nieder, und es ist mehr Salz im Wasser, das überhaupt einer förmlichen Salzlake mit 30 p. C. festen Theilen gleicht. So ist es möglich, daß das gewonnene Salz 98,8 p. C. reines Na Cl und nur 0,13 p. C. Mg Cl enthalten kann. Und wenn man dann bedenkt, daß in diesem kleinen See die über einander geschichteten Salzlager, von einander durch dünne Schlammniederschläge getrennt, sich 14 Fuß tief in den Boden verfolgen lassen (G. Rose Ural. Reis. II. 261), so sind das schlagende Analogien für die Bildung unserer Salzgebirge.

An die Tagesoberfläche tritt der Salzstock nur selten. Der berühmteste Punkt in Europa, welchen schon Plinius 31. 39 erwähnt, liegt bei Cardona in Catalonien: jener Salzfelsen ist 550′ hoch, hat eine Stunde Umfang, und gleicht einem Gletscher mit seinen Pyramiden und Hörnern des reinsten Salzes. Obgleich vegetationsleer, so dürften dennoch nach Cordier die Berge in 100 Jahren durch den Regen kaum 4⅔ Fuß erniedrigt werden (Leonhard Taschenb. Min. 1821. 80). Die Salzbrüche am Ilek bei Orenburg, welche den Russen jährlich 700,000 Pud liefern, liegen schon jenseits des Uralflusses auf Asiatischer Seite. Zu den großartigsten unterirdischen Strecken gehören die von Wieliçka am Rande der Karpathen ohnweit Krakau, eine wahrhaft unterirdische Stadt, zu welcher eine breite Wendeltreppe führt. Wollte man die Baue alle durchschreiten, so müßte man 86 deutsche Meilen machen. Das Salz stellenweis 1200′ mächtig. Davon wird jährlich 1 Million Centner gewonnen, theils so reines, daß es kaum Spuren von Chlormagnesium zeigt, und gestoßen

als bestes Tafelsalz dient. Der Reichthum setzt nicht blos den Karpathen entlang, nach Siebenbürgen bis nach Okna in der Wallachei fort, sondern wiederholt sich auch in den östlichen Alpen, woher Salzburg seinen Namen hat (Hallstadt, Ischl, Hallein), Hall in Tyrol, Berchtesgaden in Oberbayern und endigt bei Bex im Canton Waadt. Ueberall wird es zum Theil durch großartigen Bergbau gewonnen. Der vielen Salzquellen wie Reichenhall, wo die reichste Sole in Strömen hervorfließt, nicht zu gedenken. Die Formation dieses Alpinischen Salzes läßt sich zwar nicht sicher bestimmen, allein sie scheint doch wenigstens unter dem Lias zu liegen. In den nördlichen Vorlanden der Alpen gehört das Salz mit Sicherheit der großen rothen Sandsteinformation zwischen Steinkohlen- und Liasgebirgen an. Lange hat man zu Sulz am Neckar einen ärmlichen Bergbau darauf getrieben, bis die reichen Lager im Frühjahr 1816 am untern Neckar bei Friedrichshall in 475′ Tiefe mitten im Muschelkalke erbohrt und 1826 oberhalb Hall am Kocher (Wilhelmsglück) durch Bergbau aufgedeckt wurden, darunter sehr schöne cubisch blättrige Stücke, mit noch nicht ½ p. C. fremdartiger Theile. An der Seille bei Vic in Lothringen lagert das Salz in der Lettenkohlenformation. Reich und alt sind die Salzwerke von Halle an der Saale, die ganze Umgegend über Muschelkalk gelegen hat kaum einen Brunnen, der nicht salzig schmeckte, ein einziger von Salza bei Schönebeck liefert soviel Sole, daß daraus jährlich 600,000 Ctr. Salz gewonnen wurden, ja bei Frankenhausen dringen aus den Gypsbergen Thüringens „der Salzquellen so viele hervor, daß man glaubt, ganz Deutschland lasse sich aus ihnen mit Salz versehen." Dennoch wurde erst am 25ten November 1837 in 986′ Tiefe im Zechstein von Artern das erste Stück Salz im Preußischen Staate erbohrt. England hat seinen großen Salzschatz zu Nortwich bei Liverpool ebenfalls im Newredsandston über der Steinkohle, die zahlreichen Gruben stehen über 60′ im reinen Salzfelsen, und das späthige hält 98,3 Chlornatrium. In Nordamerika haben die Salzquellen am Ohio, die Onondaga Salt Group zwischen Michigan- und Huron-See mit Gyps und Solquellen, die salzführenden Schichten von New-York mit den hohlen vierseitigen Pyramiden (sogenannte hoppers) ꝛc., merkwürdiger Weise ihren Sitz unter der Steinkohlenformation im Uebergangsgebirge. Am Huallaga in Südamerika hat Pöppig (Reise in Chili, Peru und auf dem Amazonenstrom II. 311) die prachtvollen Salinas de Pilluana beschrieben und abgebildet: indigoblaue, rosenrothe und weißliche wohlgeschichtete Salzfelsen steigen in Pyramiden und Kugeln unmittelbar neben dem Spiegel des gewaltigen Stromes empor. In Asien sind die obern Gegenden des Indus (Plinius 31. 39) berühmt, wo bei Karabagh der süße Strom die „Salzkette" durchbricht (Ritter Asien 7. 95), große Steinbrüche im rothen Boden geben hier gewaltige Blöcke von Steinsalz.

Varietäten, 1) Blättrig bricht es in großen Cubischen Stücken, worin man öfters Blasen sieht; 2) körnig sind bei weitem die meisten Massen, das Korn ist häufig grob; 3) fasrig, erinnert an die Faser des Gypses, und durchschwärmt in ganz ähnlicher Weise den Salzthon. Unkrystallinisch dicht und mehlig pflegt es nur in Folge secundärer Niederschläge zu sein.

Sylvin (Sal Sylvii) nannte Beudant das Salz, welches sich in

Vulkanen sublimirt, es soll am Vesuv öfter aus reinem K Cl bestehen, was bekanntlich flüchtiger und isomorph mit Steinsalz ist. 1822 warf der Vesuv eine solche Menge aus, daß die benachbarten Dörfer damit ihren Hausbedarf befriedigten, bis die Zollbehörde es in Besitz nahm. Laugier fand darin 62,9 Na Cl und 10,5 K Cl, Bischof in einem vom 5. Febr. 1850 53,8 K Cl und 46,2 Na Cl. Auch in Hochöfen soll es sich bilden. Woraus folgt, daß keine scharfe Trennung zwischen dem Kalium- und Natriumsalze stattfindet, aber daß man auch das Steinsalz wegen seines geringen Gehaltes an Kalium nicht als Feuerprodukt ansehen darf.

Chlorcalcium Ca Cl bildet sich nach Hausmann als mehliger Beschlag auf dem Gypse von Lüneburg, dem Muttergesteine der Boracite.

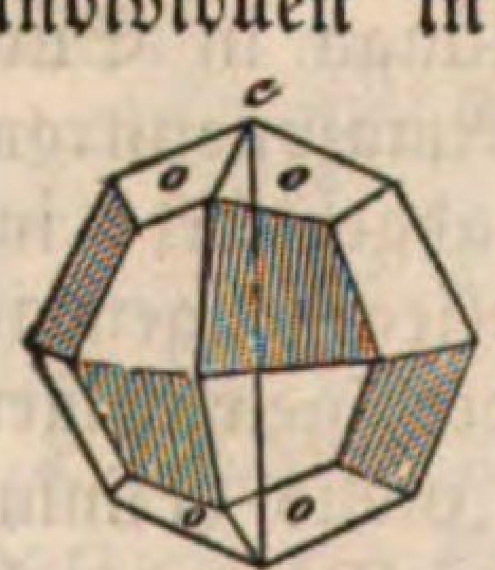
8. Salmiak.

Soll zuerst durch Armenische Kaufleute aus der Hohen Bucharei in den Handel gebracht sein, daher Sal ammoniacum (verstümmelt aus Sal armeniacum) genannt. Bei Agricola Salarmoniak. Indeß nennt Plinius 31. 39 schon ein Hammoniacum nach dem Tempel des Jupiter Ammon, und da in Aegypten die Salmiakbereitung aus Kameelmist uralt ist, so könnte das den Namen erzeugt haben. Bergsalmiak Wallerius, Ammoniaque muriatée.

Regulär und scheinbar isomorph mit Steinsalz. Der rohe Salmiak, welcher bei der Blutlaugenfabrication aus thierischen Substanzen gewonnen wird, ist stark braun durch Brenzöl gefärbt, krystallisirt aber in den prachtvollsten Würfelzwillingen, die man überhaupt kennt.

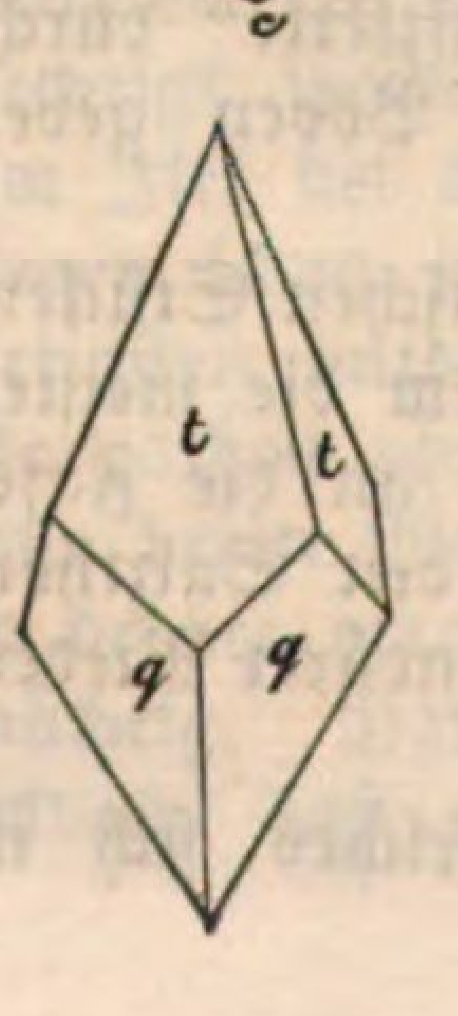


Ihre Substanz besteht aus lauter Blättchen, die den Würfelflächen parallel gehen, daraus entsteht ein Perlmutterglanz auf den Flächen, welchen man für den Blätterbruch halten möchte. Schleift man sie senkrecht gegen die Zwillingsaxe, so zeigt sich ein dunkeles Kreuz, welches den drei Granatoederflächen entspricht, die in der Zone der Zwillingsaxe liegen. Oft wiederholen sich 6—8 Zwillingsindividuen in einer Reihe übereinander, die aber alle parallel stehen.



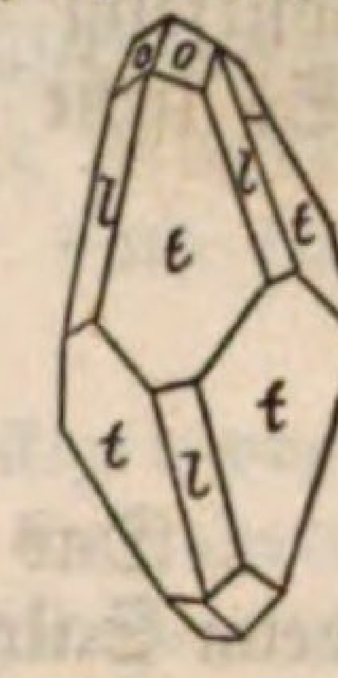


Bei der Sublimation der Steinkohlenbrände zu St. Etienne, Duttweiler rc. entstehen wasserhelle Leucitoeder $l = a : a : \frac{1}{2}a$, „die man mit dem Amalcim der Cyclopischen Inseln pag. 283 verwechseln könnte." Auffallender Weise zeigen dieselben Neigung zur Hemiedrie, indem sich von den Granatoederflächen g nur zwei mit einer Quadratischen Säule hinzugesellen.



Ja Nöllner in Hamburg (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 50. 11) hat neben der Darstellung des Leuchtgases Salmiakkrystalle erhalten, die eine höchst merkwürdige hemiedrische Gyroedrie pag. 69 und 76 haben. Es sind lange Trapezoeder, in ihren Endkantenwinkeln von 35° 8′, da diese das Supplement von 144° 52′ bilden, welcher Winkel dem gebrochenen Oktaederwinkel des Leucitoeders $a : a : \frac{1}{3}a$ an-

gehört, so wird der Körper daraus entstanden sein. Stellen wir nämlich ein Leucitoeder nach seiner 4gliedrigen Axe cc aufrecht, und denken das obere Oktaeder o uns verschwinden, so bilden die übrigen 8 einen 4kantner, dessen gestrichelte Flächen einem Trapezoeder angehören. Neumann hat die Sache genau untersucht, auch noch ein Trapezoeder von a : a : $\frac{2}{3}$a nachgewiesen, und zwar so, daß an einem Ende das Trapezoeder a : a : $\frac{1}{3}$a = t, am andern das a : a : $\frac{2}{3}$a = q herrscht. Auch Abstumpfungen der Endkanten des Trapezoeders t/t kommen vor, welche einem Trapezoeder vom Leucitoeder l = a : a : $\frac{1}{2}$a entsprechen. Eine Oktaedrische Zuschärfung des Endes gehört ebenfalls dem gewöhnlichen Leucitoeder o = a : a : $\frac{1}{2}$a an, was wesentlich dafür zu sprechen scheint, daß diese merkwürdigen Körper nicht dem wirklich 4gliedrigen Systeme, sondern einer Theilflächigkeit des regulären Systems angehören, welche sich gyroedrisch gruppirt. Ja Wöhler hat einmal (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 50. 310) scharfe meßbare Rhomboeder von 67° 7′ bekommen, die dem untern Rhomboeder des Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a in seiner 3gliedrigen Stellung angehören, deren Endkanten durch einen Dreikantner zugeschärft werden, welche vom Pyramidenwürfel a : $\frac{1}{3}$a : ∞a abzuleiten sind. Eine kleine Projektion macht die Sache sogleich klar.



Für ein so klares Salz auffallend mild, stechend salziger Geschmack, H. = 1—2, Gew. 1,6. $\overline{N}$ H^4 Cl in Wasser leicht löslich, und verflüchtigt sich vollständig im Kolben, setzt sich aber unverändert wieder ab. Mit Soda starken Ammoniakgeruch. Concentrirte Lösungen von Salmiak lösen heiß die Beryllerde, worauf das beste Trennungsmittel von der Thonerde beruhen soll (Dr. Weeren Pogg. Ann. 92. 101) pag. 262.

Wegen seiner Löslichkeit hält es sich im Freien nicht, obgleich es sich bei Kohlen- und Erdbränden durch Sublimation leicht bildet, da Ammoniak besonders in den Steinen des Flözgebirges sehr verbreitet ist, wie der Geruch der Stinksteine, Belemniten, Solnhoferschiefer 2c. deutlich genug zeigt. Wahrscheinlich haben die Sublimationen in Vulkanen auch nicht einmal im Erdinnern ihre Ammoniakquelle, Bunsen meint sogar (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 56. 55), daß der Salmiak erst außerhalb der Vulkane erzeugt werde, indem die Salzsäure auf die Vegetation einwirke. Doch entsteht am Vesuv und Aetna öfter soviel, daß ein kleiner Handel damit getrieben wird, und die Umwohner des Vulkans von Turfan (Hotscheou) und Kutsche (Pe-Schan) in Hochasien müssen sogar dem Kaiser von China ihren Tribut damit zahlen. Es sollen rauchende Solfataren von mehreren Stunden Durchmesser sein, welche das weiße Salz fortwährend bilden. Mit Eisenchlorid pag. 425 gefärbt färbt er die Laven pommeranzengelb. Früher versah Aegypten, wo er seit alter Zeit aus Kameelmist bereitet wird, ganz Europa mit diesem wichtigen Arzneimittel, gegenwärtig hat man viel Mittel ihn darzustellen, doch da er auch in der Färberei, beim Löthen und Verzinnen, beim Goldschmelzen 2c. Anwendung findet, so kostet der Ctr. immerhin noch über 80 fl. Vergleiche auch den Mascagnin.

Die Würfelform der Krystalle kommt bei einer Reihe von künstlichen Salzen vor, die in ihrer Constitution große Aehnlichkeit haben. Wie Salz, Salmiak, Chlorkalium, hat auch Chlorlithium L Cl Würfel vom Geschmack.

des Kochsalzes. Jodnatrium, Jodkalium, Bromnatrium, Bromkalium, Fluornatrium, Fluorkalium, Cyankalium, Jodammonium 2c. treten alle würfelig auf. Platinsalmiak und Iridsalmiak sind wenigstens regulär. So ließe sich die Sache noch weiter ausdehnen.

Nitrate.

Das Radical der Salpetersäure ($\dddot{N}$) ist Stickstoff. Wenn es schon beim Salmiak unwahrscheinlich war, daß der Stickstoff aus dem Erdinnern stamme, so ist es bei der Salpetersäure noch unwahrscheinlicher, da ihre Salze immer nur als Ausblühungen oder in oberflächlichen Erdschichten eine Rolle spielen. Nicht blos Pflanzen und Thiere erzeugen Stickstoffverbindungen, sondern auch der Blitz kann auf direktem Wege den Sauerstoff und Stickstoff der Luft miteinander verbinden. Zwar fördern auch die heißen Quellen (Aachen, Wildbad, Wisbaden 2c.) Stickstoff als Gas, oder gar in Verbindungen, die man nach einer Quelle bei Barège in den Pyrenäen Barègine genannt hat, wodurch heiße Quellen überhaupt etwas nach Fleischbrühe riechen und schmecken sollen. Allein das ließe sich leicht durch Eindringen der Tagewasser erklären.

1. Salpeter.

Darunter versteht man vorzugsweise den Kalisalpeter $\dot{K}\dddot{N}$. Die Alten und noch Agricola begreifen ihn unter Nitrum, Potasse nitratée. Den künstlichen bekommt man aus schönen Krystallen, daher legte schon Linné ein besonderes Gewicht auf seine Krystallisationskraft, und nannte den Quarz Nitrum quartzosum.

Zweigliedrig wie Arragonit pag. 348. Eine geschobene Säule $M = a : b : \infty c$ macht 119^0, deren scharfe Kante durch $h = b : \infty a : \infty c$ gerade abgestumpft wird. Beide sind etwas blättrig, und gleichen regulären sechsseitigen Säulen, wie sie Hauy und seine Vorgänger nahmen. Als Zuschärfung herrscht gewöhnlich $i = c : \frac{1}{2}b : \infty a$ 71^0 in der obern Kante, kommt dazu noch das Oktaeder $o = a : b : c$, so hat die scheinbar reguläre sechsseitige Säule auch noch ein scheinbares Dihexaeder io zur Endigung aber mit 4 + 2 Endkanten $i/o = 132^0\ 28'$, und $o/o = 131^0\ 27'$. Daraus folgen die Axen

$$a : b = 0{,}8403 : 1{,}426 = \sqrt{0{,}7061} : \sqrt{2{,}035},$$
$$lga = 9{,}92445,\ lgb = 0{,}15430.$$

$P = b : c : \infty a$ $109^0\ 56'$ liegt gewöhnlich klein über i, $x = b : \frac{1}{2}c : \infty a$, $z = b : 4c : \infty a$, $f = a : b : \frac{1}{2}c$. Auch die Zwillinge haben die Säulenfläche M gemein und liegen umgekehrt.

Die optischen Axen (Pogg. Ann. 50. 376) liegen wie beim Arragonit in der Axenebene bc, machen einen Winkel von $5^0\ 20'$, welchen die Hauptaxe c halbirt. Schneidet man die Säulen senkrecht gegen die Axen, so bekommt man in der Turmalinscheere Lemniscaten zu Gesicht. Da durchsichtige Stücke sehr leicht zu erwerben und zu schleifen sind, so ist Salpeter in dieser Beziehung vortrefflich.

Der Querbruch der Säulen zeigt einen eigenthümlichen starken Fett-

glanz, Härte = 2, Gew. 1,9. Geschmack scharf bitterlich kühlend. Krystalle in die Hand genommen zeigen am Ohr ein auffallendes Knistern. Auf Kohle schmilzt er anfangs wie Eis, so bald aber die Kohle glühend wird, verpufft er wie Pulver. In 2 Theilen heißen und 3 Theilen kalten Wassers löslich. Die Krystalle haben viele Höhlungen, welche Mutterlauge einschließen. Durch Schmelzen nimmt die Masse daher auch ein kleineres Volumen ein.

Der Salpeter erzeugt sich blos auf der Erdoberfläche in flockigen oder mehligen Anflügen, in warmen Gegenden mehr als in kalten, besonders wenn der Boden mit organischen Theilen angeschwängert ist (Kuh- und Pferdeställe). Man legt daher auch künstliche Salpeterplantagen an. In den Gangesebenen kann der Boden stellenweis bis auf 150′ Tiefe ausgelaugt werden, im Tirhut, am Norduferlande der Ganges-Mittelstufe bis zu der Vorkette des Himalajah zerfrißt der wollige Mauersalpeter alle Häuser bis zum Dach hinauf, so daß die Ausfuhr von Indien jährlich über 2 Mill. Centner betragen haben soll. Die Ebenen der untern Wolga, von Ungarn, Arragonien sind nicht so reich. Doch finden sich namentlich in Ungarn und Siebenbürgen Salpeterquellen, die bei ihrem Heraustreten alle Vegetation vertilgen, und in Pfützen zur trocknen Jahreszeit Salpeter auskrystallisiren. Der Salpeter frißt wie ein Schorf in die Wände der Felsen und Mauern, anfangs zeigt sich nur ein runder Fleck, der immer weiter um sich greift, die Masse lockert, und endlich zusammengekehrt werden kann (Kehrsalpeter). Ein zweites eigenthümliches Vorkommen bilden die

Salpeterhöhlen, die fast ausschließlich dem Kalk- und Dolomitgebirge angehören. Das erste Aufsehen unter den Gelehrten erregte der Pulo bei Molfetta in Apulien, welchen Fortis 1783 entdeckte (Klaproth Beitr. I. 317). Dort bildet der Salpeter eine mehrere Linien dicke Kruste auf weißem Kalkstein, die abgenommen nach einigen Monaten sich wieder ersetzt. Ceylon, Tejuco in Brasilien, und die Kalksteine im Missuri und Misisippi Gebiet haben ähnliche Vorräthe. Bernhardushöhle bei Homburg in Franken.

Die Schwierigkeit der Frage dreht sich allein darum, woher kommt die Salpetersäure, und man muß hier noch mit Humboldt (Gilbert's Ann. I. 513) die Vermuthung hegen, daß die Hauptquelle in der atmosphärischen Luft liege. Daher ist denn auch besonders an Mauern und in Aeckern der Kalisalpeter gemischt mit

Kalksalpeter $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{N}} + \dot{\mathrm{H}}$ (Mauersalpeter) besonders an Mauern von Viehställen, zuweilen in kleinen haarförmigen Krystallen — Shepard fand in den Höhlen von Kentucky 10 p. C. Wasser darin, und

Magnesiasalpeter $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{N}} + \dot{\mathrm{H}}$, die aber dann beide zur Darstellung des ächten Salpeter's benützt werden können.

75 Theile Salpeter, 13 Kohle und 12 Schwefel geben das Schießpulver, mittelst der Destillation mit Schwefelsäure erhält man die Salpetersäure daraus. Gebrauch in der Arzneikunde, als Beizmittel von Schnupftabak, in der Färberei. Der Ctr. gereinigten Salzes kostet 16—20 fl.

2. Natronsalpeter.

Im Handel nach seinem Fundort Chilisalpeter genannt.

Rhomboedrisch wie Kalkspath, die schönen künstlichen Krystalle haben einen Endkantenwinkel von 106° 33′, sie sind deutlich blättrig, und zeigen starke doppelte Strahlenbrechung, können also optisch wie Kalkspath angewendet werden. Gew. 2,1, Härte = 2. Gewöhnlich farblos.

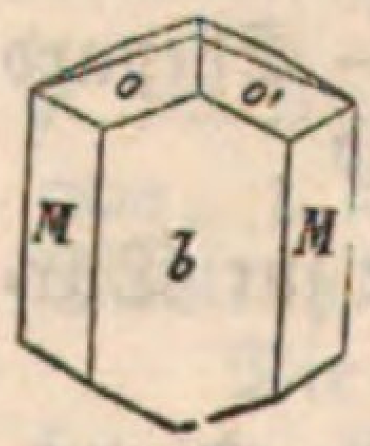
Auf glühender Kohle weniger lebhaft verpuffend als Kalisalpeter, wird von der Luft leicht feucht, ist daher zur Pulverfabrikation nicht brauchbar. Besonders schön in Körnern mit Sand gemischt am Chilenischen Küstenstrich südlich Tarapaca. In einer ganz oberflächlichen bis 8 Fuß mächtigen Schicht zwischen Thon mit gefärbten Muscheln erstreckt er sich wohl 30 Meilen weit fort, und wird im Hafen von Iquique ausgeführt, hauptsächlich nach England und Frankreich für mehr als 1 Mill. Gulden jährlich. Da es an dieser tropischen Küste nie regnet, so ist die Bildung aus dem Meere erklärlich (Leonhard's Jahrb. 1853. 835).

An den scheinbaren Isomorphismus unter Dimorphismus versteckt zwischen $\dot{Ca}\ddot{C}$, $\dot{Na}\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{\bar{N}}}$ und $\dot{K}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{\bar{N}}}$, Bournonit und Rothgülden wurde oben schon erinnert pag. 136. Nach Frankenheim (Pogg. Ann. 40. 447) soll auch der Kalisalpeter, besonders aus der Weingeistlösung in Rhomboedern von 106 • 36′ sich bilden, die Rhomboeder liegen zwischen den zweigliedrigen Nadeln, und die Nadeln verzehren gewöhnlich die Rhomboeder.

Salpetersaures Blei $\dot{Pb}\,\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{\bar{N}}}$, Salpetersaurer Baryt $\dot{Ba}\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{\bar{N}}}$, Salpetersaurer Strontian $\dot{Sr}\overset{\cdot\cdot\cdot}{\ddot{\bar{N}}}$, bilden sich in sehr schönen regulären Krystallen mit Oktaeder, Würfel und Pyritoeder. Das Pyritoeder tritt sehr bestimmt untergeordnet am Oktaeder in gleichschenkligen Dreiecken auf.

Unter den künstlichen Stickstoffverbindungen zeichne ich nur die zwei so gewöhnlichen Blutlaugensalze aus:

Das gelbe Blutlaugensalz, Kalium Eisencyanür 3 K Cy + Fe Cy, bildet ausgezeichnete 4gliedrige Tafeln, der blättrige Bruch der Gradendfläche c : ∞a : ∞a ist so deutlich als beim Uranglimmer, das Oktaeder a : a : c hat nach Bunsen (Pogg. Ann. 36. 404) 97° 56′ in den Endkanten, und 136° 24′ in den Seitenkanten. Das nächste stumpfere Oktaeder a : c : ∞a ist seltener und nicht ganz sicher, ebenso die 2te Säule a : ∞a : ∞c. Daher trifft man meist nur einfache Tafeln des Blätterbruchs, an welchen das Oktaeder die Seiten unter gleichen Winkeln zuschärft. Sehr leicht in den schönsten Krystallen aus Fabriken zu erlangen. Statt Kalium Ammonium gesetzt gibt dieselben Formen.



Das rothe Blutlaugensalz, Kaliumeisencyanid 3 KCy + Fe^2 Cy^3, kann man 2gliedrig stellen. Es bildet ganz eigenthümlich bauchige Säulen M = a : b : ∞c von etwa 105° in der vordern Kante, die man an allen Krystallen wegen ihres eigenthümlich rundlichen Ansehens sogleich wieder erkennt. Durch die etwas blättrige Abstumpfung der scharfen Säulenkante b = b : ∞a : ∞c werden die Krystalle zuweilen tafelartig. Das Oktaeder o = a : b : c fehlt nie, auch ist gern der Anfang eines Paares a : c : ∞b vorhanden, ebenfalls mit ungefähr 105° in der Axe c. Kopp. (Einleit. §. 357) nimmt das Oktaeder o als zwei augitartige Paare, von denen

der Winkel in der Mediankante vorn bei o 119° 28′, hinten bei o′ 105° 4′ betragen soll. Das Anlegegoniometer zeigt keine solche bedeutenden Differenzen. Für die Orientirung ist dieser Unterschied übrigens gleichgültig. Das Vorherrschen der bauchigen Säule M findet zuweilen so Statt, daß sich die Säulenflächen an beiden Enden allmählig zuspitzen, und scheinbar ein bauchiges zweigliedriges Oktaeder bilden, wie der Calcit von Sangerhausen. Wenn statt Eisen Mangan, Kobalt und Chrom kommt, so ändert das die Form nicht.



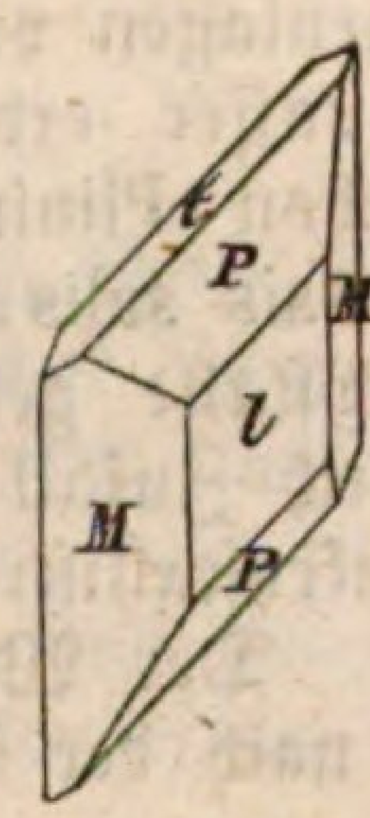
Carbonate.

Vergleiche oben pag. 316—360. Hier nur die im Wasser löslichen, welche künstlich schöner gemacht werden können, als sie in der Natur vorkommen.

Soda.

$\dot{Na}\ddot{C} + 10\dot{H}$. War das Nitron des Herodot, womit die Aegyptier Monate lang ihre Leichen beizten, das Hebräische Neter, unser Natron. Plinius 31. 46 beschreibt die Gewinnung aus den Aegyptischen Natronseen.

Die großen künstlichen Krystalle der Fabriken bilden scheinbare Rhombenoktaeder PPMM, ähnlich dem Schwefel, mit abgestumpfter stumpfer Ecke l, allein nur die Kante P/P ist durch die Schiefendfläche t abgestumpft, daher ist es 2 + 1gliedrig (Pogg. Ann. 5. 369). Die Säule M/M = 79° 41′ hat vorn ihren scharfen Winkel, und der Medianwinkel der Augitpaare P/P = 76° 28′ ist durch die Schiefendfläche t gerade abgestumpft, welche gegen Axe c sich unter 57° 40′ neigt. Leider zerfallen die Krystalle sehr leicht zu Mehl in Folge von Wasserverlust. H. = 1—2, Gew. 1,4.



Vor dem Löthrohr schmilzt es in schwachem Feuer in seinem Krystallwasser, in dem zuletzt ein Sodamehl $\dot{Na}\ddot{C} + \dot{H}$, zurückbleibt. Die zu Mehl verwitterten Krystalle liefern die bekannte Soda zu Löthrohrversuchen. Als wasserfreie Efflorescenz wird sie aus dem Thonschiefer der Grube Neue Margarethe bei Clausthal aufgeführt.

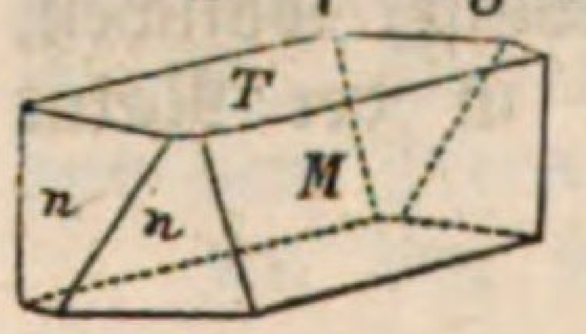
Daher kommt sie auch in der Natur meist nur als mehliger Beschlag vor. Der altbekannte Fundort des Natrons sind die Natronseen in Unterägypten (Ritter Erdkunde I. 860) in einem ausgetrockneten Nilarm im Westen des Deltalandes (Thal der Natronseen), ein etwa 4 Stunde langer und ¼ Stunde breiter Winters 6′ tiefer Graben mit violettem Wasser (großer Natronsee), das Wasser verdunstet und läßt die Soda in 4′—5′ mächtigen Schichten fallen, gemischt mit 36 Na Cl und 16 $\dot{Na}\dddot{S}$. Der kleine Natronsee liegt eine Tagereise westlich Alexandrien. Aegypten führte 1820 gegen 200,000 Ctr. Soda aus. In Ungarn bedeckt sich während der heißen Jahreszeit die Ebene von Debretzin mit blendend weißen Krystallnadeln, man glaubt ein Schneefeld zu sehen. Auch in Vulkanischen Produkten finden sich zuweilen. Wie die Asche der Binnen-

pflanzen Kali, so liefert die der Strand- und Seepflanzen Soda. Gegenwärtig wird viel aus Kochsalz und Glaubersalz dargestellt. In der Seifensiederei und Glasfabrikation wichtig, Plinius 36. 65 erzählt: appulsa nave mercatorum *nitri*, cum sparsi per litus epulas pararent.... glebas nitri e nave subdidisse. Quibus accensis permixta arena litoris, translucentes novi liquoris fluxisse rivos, et hanc fuisse originem vitri.

2. Trona.

$\dot{N}a^2 \, \ddot{C}^3 + 4 \, \dot{H}$. Kommt unter diesem arabischen Namen von Fezzan in den Handel, in Columbien heißt es Uroa, Klaproth Beitr. III. 83 nannte es strahliges Natrum. Nach Haidinger (Pogg. Ann. 5. 367)

2 + 1gliedrig: eine geschobene Säule n/n von 132° 30′, auf deren scharfe Kante der deutlich blättrige Bruch M gerade aufgesetzt ist, gegen Axe c 49° 25′ geneigt, T/n = 103° 45′, die rhomboidische Säule M/T 103° 15′.



Härte = 2—3, Gew. 2,1. Weiß, der Blätterbruch neigt zum Perlmutterglanz. Kommt in Platten vor, gegen welche die excentrisch strahligen Blättchen quer stehen. Braust stark mit Säure, hält sich aber an der Luft. In der Provinz Suckena zwei Tagereisen von Fezzan als jüngeres Gebilde, ebenso zu Lagunilla bei Merida in Columbien. Auch die Natronseen in Aegypten erzeugen dasselbe meist mit Zwischenlagen von Steinsalz, aus welchen die Mauern eines alten Kastells Quasser erbaut sein sollen, wozu sich Soda unmöglich eignen würde. Schon Plinius 31. 39 sagt, Gerrhis Arabiae oppido muros domosque massis salis faciunt, aqua ferruminantes. Die Darstellung der künstlichen Krystalle gelingt nicht immer, man bekommt sie in Sodafabriken mehr durch Zufall (Pogg. Ann. 34. 160), auch kann man die natürlichen nicht umkrystallisiren lassen.

Der Wassergehalt der kohlensauren Natronsalze ist sehr verschieden, je nach der Temperatur, unter welcher sie krystallisiren:

Thermonitrit, prismatisches Natronsalz Haidinger (Pogg. Ann. 5. 369) $\dot{N}a \, \ddot{C} + \dot{H}$, bildet sich beim Abdampfen der gesättigten Lösung zwischen 25°—37° C (Pogg. Ann. 6. 87) in 2gliedrigen Tafeln M = a : b : ∞c 96° 10′, die scharfe Kante durch b = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft, d = c : $\frac{1}{2}$b : ∞a 72° 10′ in Axe c, das Oktaeder o = a : b : c, auf M gerade aufgesetzt. Soll sich auch in warmen Gegenden bilden.

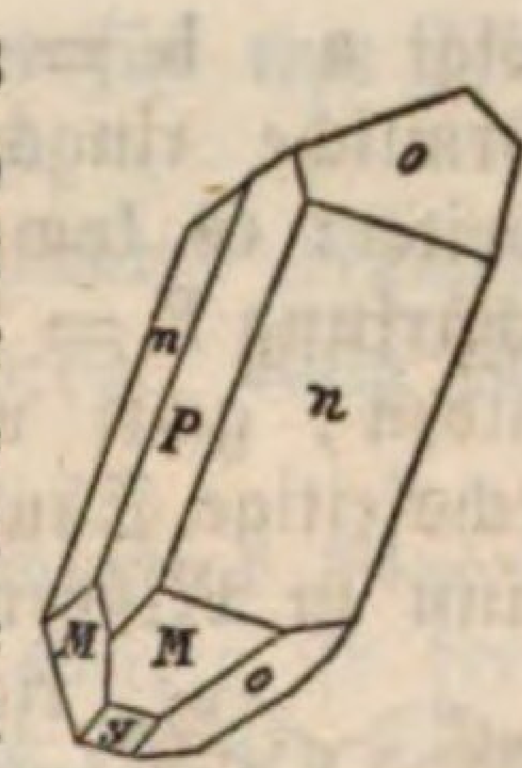
$\dot{N}a \, \ddot{C} + 5 \, \dot{H}$ (Pogg. 32. 303) bildete sich in der Alaunfabrik zu Burweiler im Elsaß zufällig, in „hemiprismatischen Oktaedern".

$\dot{N}a \, \ddot{C} + 7 \, \dot{H}$ sind luftbeständige 2gliedrige Oblongtafeln, krystallisiren aus einer Lösung, die Natronhydrat enthält. Sind luftbeständig.

3. Gaylussit Boussingault.

Natrocalcit. Findet sich in großer Menge zu Lagunilla südöstlich Merida in Columbien über der Trona im Thon um und um krystallisirt, Pogg. Ann. 7. 97.

Nach Phillips (Pogg. Ann. 17. 556) 2 + 1gliedrig: eine geschobene



Säule M = a : b ∞c bildet vorn 68° 50′, sie soll etwas blättrig sein; die Schiefendfläche P = a : c : ∞b dehnt sich gewöhnlich lang aus, macht vorn in P/M 96° 30′ und ist 78° 27′ gegen die Axe c geneigt. Ein Augitartiges Paar o = a′ : c : $\frac{1}{2}$b 110° 30′ in der Mediankante auf der Hinterseite; ein Paar n = a : c : $\frac{1}{4}$b aus der Diagonalzone von P bildet über P 70° 30′; eine dreifach schärfere y = a′ : 3c : ∞b. Alle diese Flächen stehen in einem schönen Deduktionsverhältniß, wie beim Feldspath. H. = 2—3, Gew. 1,9. Frisch sind sie klar, nach ein Paar Monaten verlieren sie aber Krystallwasser und werden trüb.

$\dot{N}a\ddot{C} + \dot{C}a\ddot{C} + 5\dot{H}$ mit 33,8 kohlensaurem Kalk.

Vor dem Löthrohr schmilzt er leicht zu trüber Perle, im Wasser löst sich das Natronsalz, und der Kalk bleibt zurück, daher ist er zu Afterkrystallen besonders geeignet.

Calcit von Oberndorf bei Sangerhausen in Thüringen besteht aus trüben weißen Krystallen, die man für blättrige Rhombenoktaeder nehmen kann, ähnlich den Mißbildungen des rothen Blutlaugensalzes pag. 435. Sie sind auch in Ungarn und Schleswig vorgekommen und enthalten nach Karsten 94,4 $\dot{C}a\ddot{C}$. Man sah sie als Gaylussit an, der sein kohlensaures Natron und Krystallwasser abgegeben hat.



Sulphate.

Die wasserbeständigen schwefelsauren Salze haben wir pag. 360—378 aufgeführt. Die schweflige Säure und Schwefelsäure spielt aber in Vulkanen und bei Zersetzungsprozessen der Schwefelmetalle noch eine bedeutende Rolle, wodurch eine Reihe von Salzen erzeugt wird, die jedoch meistens die Schönheit der künstlichen nicht erreichen. Mitscherlich (Pogg. Ann. 18. 168) hat gezeigt, daß besonders die Selensäure $\dddot{S}e$, Chromsäure $\dddot{C}r$ und Mangansäure $\dddot{M}n$ isomorph mit Schwefelsäure sei.

1. Schwefelsaures Kali, $\dot{K}\dddot{S}$.

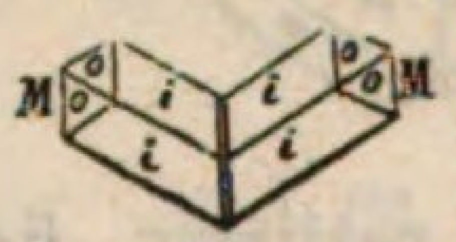
Arcanit und Glaserit, denn es ist das Arcanum duplicatum oder das Sal polychrestum Glaseri der alten Chemiker, was man in so schönen künstlichen luftbeständigen Krystallen bekommt, und das als große Seltenheit in dünnen Krusten die Laven des Vesuvs von Zeit zu Zeit überzieht, Potassa Solfata Covelli Miner. Vesuv. 316. Bei der Bereitung der Salpetersäure, Essigsäure und englischen Schwefelsäure wird es als Nebenprodukt bekommen.

2gliedrig mit auffallend diheraedrischem Typus, wie der Witherit: M = a : b : ∞c 120° 24′, h = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Säulenkante ab, und ist blättrig, was sich beim Zersprengen mit dem Messer erkennen läßt. Das Oktaedr o = a : b : c nebst dem Paare i = c : $\frac{1}{2}$b : ∞a, mit 67° 38′ in Axe c, bilden eine scheinbar diheraedrische Endigung. Daraus





folgt $a : b = 0{,}7674 : 1{,}34$. Verschwinden die Säulen, so entstehen förmliche ringsum gebildete Diheraeder. Ja die Täuschung geht noch weiter: es kommt noch ein oberes Oktaeder $f = 2a : 2b : c$ mit der Zuschärfung $P = b : c : \infty a$, die unter sich wieder ein scheinbares Diheraeder bilden, ganz wie beim Witherit pag. 354. Ebenso eine scheinbar 2te sechsseitige Säule $e = a : \frac{1}{3}b : \infty c$ und $b = a : \infty b : \infty c$. Dieß alles kann zu Mißdeutungen verführen, aber schon die Zwillinge weisen zur



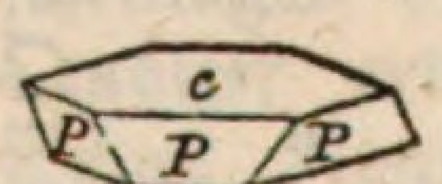
richtigen Erkenntniß, sie haben die Säulenfläche M gemein und liegen umgekehrt. Schließen sich also auch in dieser Beziehung an die Arragonitgruppe an pag. 348. Es ist in solchen Fällen immer gut, genau die einmal gewählten Buchstaben für die Flächen beizubehalten! Vergleiche daher auch die Projection des Weißbleierzes pag. 358.

Die Ebene der optischen Aren ist b c, sie machen $67\frac{1}{2}^0$, welcher Winkel durch die Hauptare c halbirt wird.

H. = 2—3, Gew. 2,7. Es leuchtet, wenn es aus dem glasartigen Zustand in den krystallinischen übergeht, Pogg. Ann. 52. 451. Enthält 54 $\dot{K}a$, verknistert leicht, schmilzt, und zieht sich in die Kohle, wo sich Schwefelkalium reducirt, wie man mit dem Pulver auf befeuchtetem Silberblech erkennt.

Selensaures Kali hat eine Säule von $120^0\ 25'$, Chromsaures Kali $120^0\ 41'$, Mangansaures Kali $121^0\ 10'$.

Das schwefelsaure Kali kommt auch rhomboedrisch vor, Mitscherlich Pogg. Ann. 58. 468: wie der Kupferglimmer und



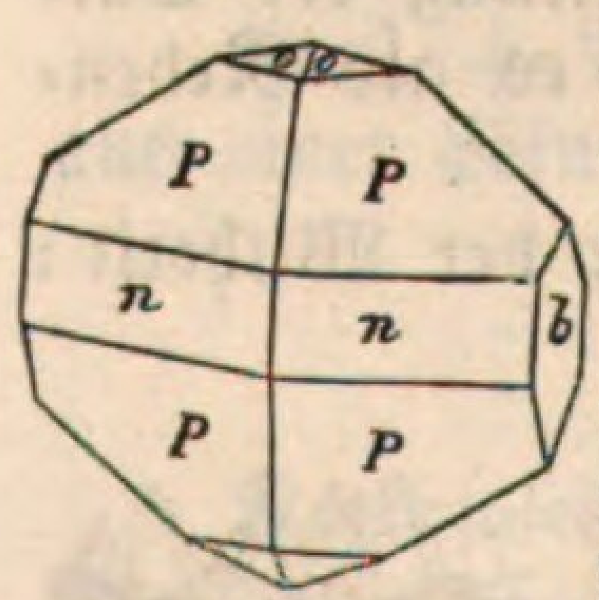
Eisenglanz bildet er Tafeln durch Ausdehnung der Gradendfläche c, gegen welche die Rhomboederflächen P einen Winkel $P/c = 124^0$ machen. Sind optisch einarig, und bilden sich in Seifensiederlauge.

Misenit Scacchi Erdmann's Journ. 55. 55. $\dot{K}\dddot{S}^2 + \dot{H}$, bildet sich als seidenglänzende Fasern im vulkanischen Tuff der Grotte von Misene. Es ist das bekannte saure schwefelsaure Kali, welches aus der wässrigen Lösung 2gliedrig wie Schwefel, beim Erkalten nach dem Schmelzen 2 + 1gliedrig ähnlich dem Feldspath krystallisirt.

2. Schwefelsaures Natron.

$\dot{N}a\dddot{S}$, Thenardit, Casaseca (Ann. chim. phys. XXXII. 308) fand es in den Salinas d'Espartinas bei Aranjuez, wo es sich Sommers in den aus dem Boden quellenden Salzwassern bildet.

Die künstlichen Krystalle sind nach Mitscherlich (Pogg. Ann. 12. 138)



2gliedrig, vorherrschend ein blättriges Rhombenoktaeder $P = a : b : c$, in der vordern Endkante $a : c = 135^0\ 41'$, seitlichen Endkante $b : c = 104^0\ 18'$; die rhombische Säule $n = a : b : \infty c$ macht vorn $129^0\ 21'$; die Abstumpfung der scharfen Säulenkante $b = b : \infty a : \infty c$ sehr deutlich blättrig; Oktaeder $o = a : b : \frac{1}{3}c$ schärft die Endecke zu.

Härte 3, Gew. = 2,7. Zieht aus der Luft Wasser an, und überdeckt sich mit einem mehligen Beschlag, welcher die weitere Veränderung hindert.

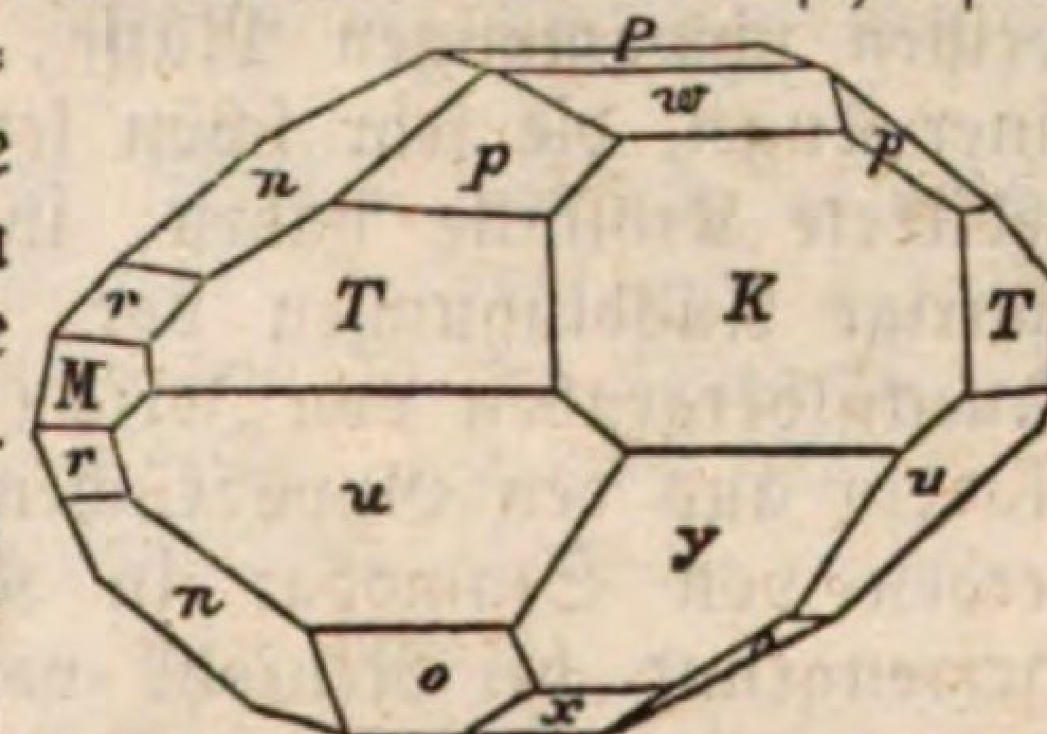
Wenn man dann die Krystalle bürstet, so werden sie wieder für eine Zeit lang glänzend. Wasserfreies $\dot{Na}\,\dddot{S}$.

Schwefelsaures Silberoxyd $\dot{Ag}\,\dddot{S}$, wasserfreies selensaures Natron $\dot{Na}\,\dddot{Se}$ und selensaures Silberoxyd $\dot{Ag}\,\dddot{Se}$ sind damit isomorph. Auch der übermangansaure Baryt hat die gleiche Form.

Schwefel- und Selensaures Natron haben die merkwürdige Eigenschaft, daß sie bei 33⁰ C. am löslichsten sind, erhitzt man stärker, so krystallisiren sie wasserfrei heraus, daher muß in Spanien das Wasser Sommers über 33⁰ C. warm sein, denn unter dieser Temperatur erhält man wasserhaltiges

Glaubersalz $\dot{Na}\,\dddot{S} + 10\,\dot{H}$, **Sal mirabile Glauberi**, daher Mirabilit Haidinger. Man bekommt ihn in ausgezeichneten künstlichen Krystallen, die aber durch 8 Atom Wasserverlust zu Mehl von $\dot{Na}\,\dddot{S} + 2\,\dot{H}$ zerfallen. Wie das Chromsaure Natron $\dot{Na}\,\dddot{Cr} + 10\,\dot{H}$ krystallisirt es

2 + 1gliedrig: Säule $T = a : b : \infty c$ bildet vorn den scharfen Säulenwinkel von 86⁰ 31′, der deutliche Blätterbruch $M = b : \infty a : \infty c$ stumpft die stumpfe seitliche Säulenkante gerade ab, am größten pflegt $k = a : \infty b : \infty c$ zu sein, welche die scharfe vordere Säulenkante gerade abstumpft. Die vordere Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ neigt 72⁰ 15′, und die hintere Gegenfläche $x = a' : c : \infty b$ 75⁰ 19′ gegen die Axe c;



das hintere Augitpaar $o = a' : c : \frac{1}{2}b$ fällt in die Diagonalzone von x und die Kantenzone T/P, $y = \frac{1}{3}a' : c : \infty b$, $n = a : c : \frac{1}{4}b$, $u = \frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c$, alles Ausdrücke wie die gleichnamigen Buchstaben beim Feldspath; $w = \frac{1}{3}a : c : \infty b$, $p = \frac{1}{3}a : \frac{1}{4}b : c$, $r = a : c : \frac{1}{8}b$.

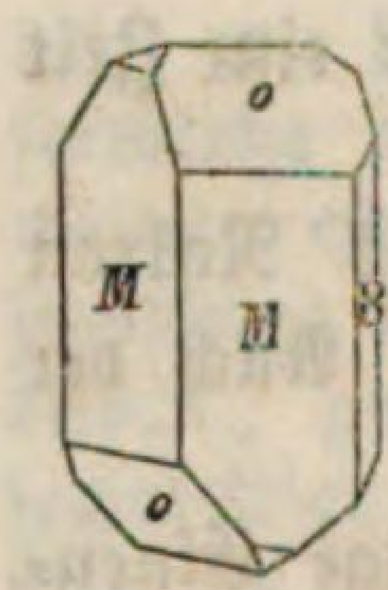
Härte = 2, Gew. 1,5. Man muß es in feuchten Gläsern bewahren, wenn die Krystalle nicht zerfallen sollen. Als mehliger Beschlag von bitter kühlem Geschmack auf Gyps und Steinsalz häufig. Meerwasser und Salzsolen enthalten es. $\dot{Mg}\,\dddot{S}$ und Na Cl zersetzen sich bei — 3⁰ so, daß Glaubersalz entsteht, und Mg Cl in der Flüssigkeit bleibt (Elton-See), daher läßt man es Winters aus der Mutterlauge auskrystallisiren. In einer Höhle von New-Albany (Indiana) ist es in großer Menge gefunden. Als Arzneimittel und für Glasbereitung wichtig.

Mascagnin $\dot{Am}\,\dddot{S} + \dot{H}$, Schwefelsaures Ammoniak mit einem Atom Wasser, kommt wie Salmiak als Sublimat bei Steinkohlenbränden und in Vulkanen hin und wieder vor. Die künstlichen Krystalle sind 2gliedrig, rhombische Säule $a : b : \infty c$ 107⁰ 40′, $b : \infty a : \infty c$ etwas blättrig, Oktaeder $a : b : c$, und Abstumpfung der vordern Endkante des Oktaeders $a : c : \infty b$.

3. Bittersalz.

$\dot{Mg}\,\dddot{S} + 7\,\dot{H}$, Haarsalz, Epsomit. Es ist schon lange gekannt, aber schwer bei Schriftstellern des Alterthums von andern Salzen zu scheiden.

2gliedrig mit scheinbar tetraedrischer Hemiedrie. Säule $M = a : b : \infty c$



macht vorn 90° 38′, die scharfe Kante durch B = b : ∞a : ∞c abgestumpft, sie ist etwas blättrig, und da sie gesetzmäßig erscheint, so geht schon daraus hervor, daß die Säule nicht quadratisch ist, wie Hauy nahm. Das Oktaeder o = a : b : c dehnt sich gar gern tetraedrisch aus, wie aus der Dachkante o/o an beiden Enden folgt, die kreuzweis einander gegenüber stehen. Es sind rechte und linke Krystalle möglich pag. 27. Klein sind übrigens auch die Flächen des Gegentetraeders vorhanden, und da dieselben das gleiche physikalische Aussehen haben, so erscheint die Hemiedrie nicht recht durchgreifend; a : c : ∞b und andere Flächen kommen vor.

Die optischen Axen liegen ungewöhnlicher Weise in der Gradendfläche c : ∞a : ∞b, die senkrecht auf den Blätterbruch B steht, Axe b fällt mit der optischen Mittellinie zusammen, welche den Winkel der Axen von 37° 24′ halbirt (Pogg. Ann. 82. 71).

Härte = 2—3, Gew. 1,8. Salzig bitter, von anhängendem Chlormagnesium feucht. Auf glühende Kohlen geworfen, schmilzt es zu einer weißen schwammigen Masse, darauf geblasen schmilzt der Schwamm zu einer Kugel, die sehr schön leuchtet. Künstlich kann man sehr große wohlgebildete Krystalle haben, in der Natur aber kommen sie meist nur als haarige Ausblühungen vor. Das Haarsalz aus dem Alaunschiefer der Quecksilbergruben von Idria (Klaproth Beiträge III. 104), die schneeweißen Nadeln aus den Gypsbrüchen von Calatayud in Arragonien, die fafrig derben von Szamobar in Kroatien ꝛc. sind bekannt. Stalaktitisch zu Herrengrund bei Neusohl von schöner blaß rosenrother Farbe, die von Kobaltvitriol herrührt. Beim Reiben wird es naß von eingeschlossener Mutterlauge. Die Steppen von Sibirien decken sich damit nach Regen wie mit Schnee. In den Talkschiefern von Oberitalien entsteht das Salz durch Zersetzung von Schwefelkies. Gypslösungen im Dolomit erzeugen Bittersalz, ebenso die Seen ohne Abfluß, besonders bei Kälte, weil das Salz dann viel unlöslicher im Wasser ist. Die Schweizer sammeln es daher auch an den Gletschern (Gletschersalz). Besondern Ruf haben die Bittersalzquellen von Epsham in England (daher Epsomsalz), Saidschütz und Seidlitz in Böhmen ꝛc. Als Arzneimittel wichtig.

Zinkvitriol (weißer Vitriol) $\dot{Zn}\ddot{S} + 7\dot{H}$ krystallisirt genau wie Bittersalz. Die Säule 90° 42′. Aeußerlich dem Bittersalz vollkommen gleichend, vor dem Löthrohr auf Kohle leuchtet die Probe grünlich. Mischt sich leicht mit Bittersalz. In der Natur entsteht er durch Verwitterung der Blende, besonders wo die Erze durch Feuersetzen gewonnen werden, wie zu Fahlun, Goslar, Schemnitz.

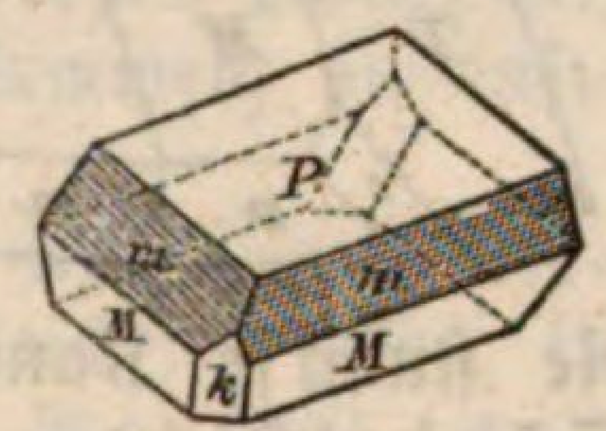
Nickelvitriol $\dot{N}\ddot{S} + 7\dot{H}$ nur künstlich bekannt, 2gliedrig in schön grünen Säulen von 91° 10′, wie die vorigen. Er bildet sich bei 15° C. noch 2gliedrig, bei höherer Temperatur aber in scharfen viergliedrigen Oktaedern mit einem Seitenkantenwinkel von 139° 18′. Setzt man daher 2gliedrige Krystalle in verschlossenen Gefäßen der Sonnenwärme aus, so stehen sie um, indem sich innen lauter kleine Quadratoktaeder bilden, und werden dadurch matt und brüchig (Pogg. Ann. 12. 146).

Zweigliedrig und isomorph mit Bittersalz sind Selensaure Bittererde, Chromsaure Bittererde, Selensaures Zinkoxyd, Chromsaures Zinkoxyd ꝛc.

versteht sich alle mit 7 Atom Wasser. Nach Haidinger (Pogg. Ann. 6. 191) bilden sich Bittersalz und Zinkvitriol aus concentrirten Lösungen bei höherer Temperatur in 2 + 1gliedrigen boraxartigen Krystallen.

Es sind hier neben Bittersalz noch eine ganze Reihe zusammengesetzter Salze zu nennen. Darunter zeichnen sich folgende drei aus:

a) **Glauberit** Brongniart Journ. min. 1808. XXIII. 5, Brongniartin Leonhard. $\dot{Na}\ddot{S} + \dot{Ca}\ddot{S}$. 2 + 1gliedrige ringsum gebildete Krystalle: M = a : b : ∞c bildet eine kurze Säule vorn mit 83° 20′. Die Schiefendfläche P = a : c : ∞b ist blättrig und 68° 16′ gegen die Axe c geneigt. Die Kante P/M wird durch ein Augitpaar m abgestumpft, 116° 36′ in der Mediankante machend, und stark gestreift parallel der Kante P/M. An der kurzen Säule liegt häufig k = a : ∞b : ∞c.



Die Krystalle sind klar und gelblich weiß, überziehen sich aber an der feuchten Luft mit einer mehligen Rinde von Glaubersalz. Härte = 2—3, Gew. 2,8.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, im Wasser verliert es seine Durchsichtigkeit, weil die 51 p. C. $\dot{Na}\ddot{S}$ ausgezogen werden und die 49 $\dot{Ca}\ddot{S}$ sich zum größten Theil ausscheiden. Besonders schöne Krystalle im Steinsalz von Villarubia bei Ocaña, Provinz Toledo. Zu Vic bildet es unreine knotige Concretionen im Salz, zu Aussee fleischrothe blättrige Massen.

b) **Polyhalit** Stromeyer Commentiones Sog. Reg. Gotting. rec. 1820. IV. 139, *πολύ* viel, *ἅλς* Salz, weil er aus drei Salzen $\dot{K}\ddot{S} + \dot{Mg}\ddot{S} + 2\,\dot{Ca}\ddot{S} + 2\,\dot{H}$ besteht. Er bildet im rothen Steinsalz von Ischl, Aussee, Berchtesgaden derbe rothe Massen von gelblich grauen Strahlen durchzogen, die äußerlich an undeutlichen Fasergyps erinnern. Allein vor dem Löthrohr schmilzt die Masse leicht zu einer Perle, und nach längerm Blasen bleibt eine weiße Schlacke zurück. Haidinger (Pogg. Ann. 11. 466) wies darin zwei gleiche Blätterbrüche nach, die sich unter 115° schneiden, und deren scharfe Kante durch eine dritte Fläche gerade abgestumpft wird. Härte 3, Gew. 2,8. Vergleiche hier den Blödit von Ischl.

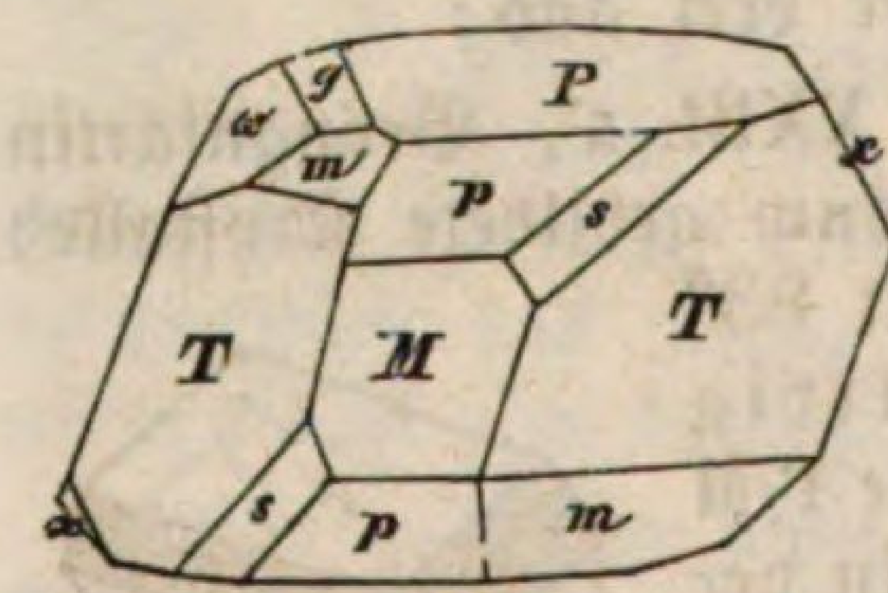
c) Astrakanit G. Rose Reise Ural II. 270, $\dot{Na}\ddot{S} + \dot{Mg}\ddot{S} + 4\,\dot{H}$, von unbekannter Krystallform, bildet sich auf dem Boden der Karrduanischen Seen an der untern Wolga unter einer Kochsalzschicht, und war früher Handelsartikel. Aehnliche Bildungen scheinen zu Seidlitz und Saidschütz (Reussin) vorzukommen.

4. Eisenvitriol.

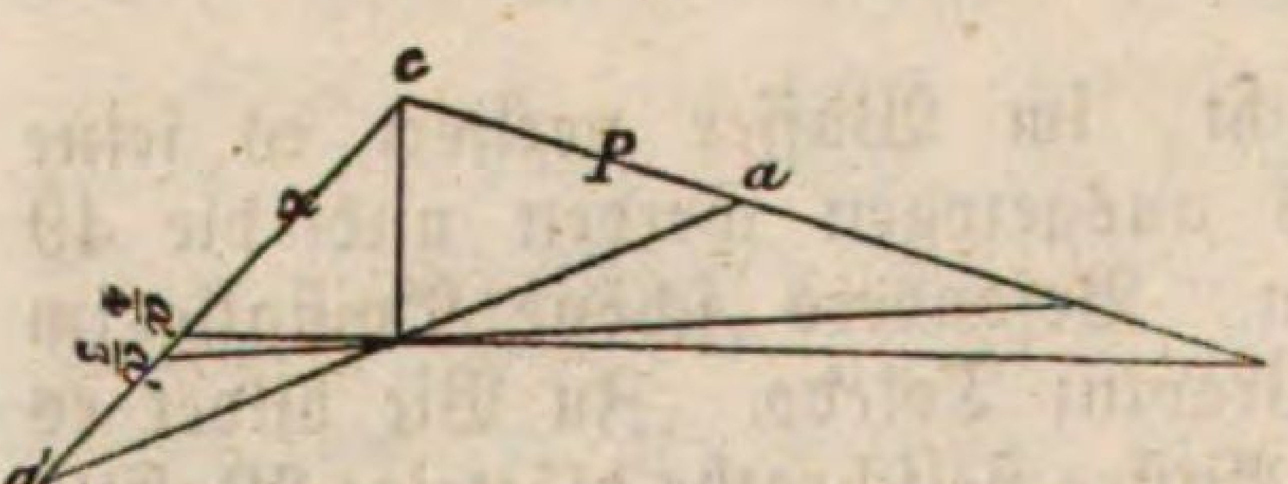
$\dot{Fe}\ddot{S} + 7\,\dot{H}$, grüner Vitriol, in künstlichen Krystallen vorzüglich zu haben.

2 + 1gliedriges Krystallsystem, von rhomboedrischem Habitus, Hauy und Mitscherlich nahmen ihn daher noch rhomboedrisch, was für die Orientirung oftmals auch gar nicht unzweckmäßig ist. T = a : b : ∞c bildet vorn die scharfe Kante von 82° 21′, die Schiefendfläche P = a : c : ∞b ist 75° 40′ gegen Axe c geneigt, und bildet hinten mit T die scharfen Kanten 80° 37′ = P/T, die nur 1° 44′ vom vordern

Säulenwinkel T/T abweichen. Nun ist P zwar blättriger als TT, allein bei künstlichen Fossilen ist die scharfe Unterscheidung der Blätterbrüche immerhin eine mißliche Sache. Daher konnte T T P wohl für ein Rhomboeder gehalten werden. Die hintere Gegenfläche $x = a : c : \infty b$, $43^0\ 32'$ gegen Axe c, bil et zum Rhomboeder die Gradendfläche. Eine vordere Schiefendfläche $w = \frac{1}{3}a : c : \infty b$, und das Augitpaar $p = a : c : \frac{1}{2}b$ $69^0\ 17'$ in der Mediankante, bilden das nächste schärfere Rhomboeder. $M = b : \infty a : \infty c$ stumpft die stumpfe Säulenkante gerade ab, auch fehlt $m = \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}b : c$ die stumpfe Kante P/T abstumpfend gewöhnlich nicht, und eine kleine Schiefendfläche $g = \frac{3}{5}a : c : \infty b$ Kante P/w vorn abstumpfend, ist höchst wichtig für die Orientirung. Oft ist die hintere Kante T/p durch $s = a' : \frac{1}{4}b : c$ abgestumpft. Selten stumpft $n = a : c : \frac{1}{4}b$ die Kante M/p ab.



Wenn wir hinten $x = a' : c : \infty b$ setzen, so schneiden sich die Axen a c vorn unter dem sehr schiefen Winkel von $68^0\ 25'$. Setzten wir dagegen die Fläche $x = \frac{1}{3}a' : c : \infty b$, und führten in dieser Weise eine Projektion aus, so bekämen die Vitriolflächen



P T M x p w s die Ausdrücke

P T M y n t v vom Feldspath. Allein auch in diesem Falle ist der Axenwinkel a/c vorn immer noch $85^0\ 30'$. Setzen wir dagegen $x = \frac{1}{4}a' : c : \infty b$, so kommt nach der Basalformel pag. 61 Axenwinkel a/c vorn $89^0\ 43'$, der also kaum vom rechten abweicht. Darnach würde $p = a : c : \frac{1}{5}b$, $m = \frac{1}{6}a : \frac{1}{5}b : c$, $s = \frac{1}{4}a' : \frac{1}{10}b : c$, $n = a : \frac{1}{10}b : c$, $w = \frac{1}{6}a : c : \infty b$ und $g = \frac{3}{8}a : c : \infty b$.

Geht man dagegen mit Naumann von $P = a : \infty b : \infty c$ als Gradendfläche aus, so ist $x = a' : c : \infty b$, $m = a : b : c$, $w = a : c : \infty b$, $p = b : c : \infty a$, $s = a' : c : \frac{1}{2}b$, $g = 3a : c : \infty b$, $n = c : \frac{1}{2}b : \infty a$, freilich einfachere Ausdrücke, die aber doch den Vortheil rechtwinkeliger Axen nicht aufwiegen. So ist es also immer nur der Zusammenhang der Zonen, wovon das Wesen des Verständnisses abhängt. Denn dieser bleibt für jede Ansicht gleich.

Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene $M = b : \infty a : \infty c$ auf einander senkrecht, und zwar macht, durch den Mittelpunkt gelegt, die vordere etwa 75^0 mit c, die hintere 15^0 mit c.

Grün die charakteristische Farbe der Eisenoxydulsalze, Härte = 2, Gew. 1,8. Ein zusammenziehender Dintengeschmack. Beschlägt sich an der Luft mit einer Schicht von schwefelsaurem Eisenoxyd, die ihn vor weiterer Verwitterung schützt.

Vor dem Löthrohr gibt er schnell sein Wasser unter Kochen ab, und reducirt sich dann zu einer schwarzen magnetischen Schlacke. In Kolben gibt er, so lange Eisenoxydul vorhanden, schweflige Säure.

Auf Erzgruben ein häufiges Zersetzungsprodukt, wo er sich zu Goslar, Fahlun rc. nicht selten in großen Stalaktiten bildet. Berühmt wegen ihrer mit dicker Kruste überzogenen Krystalle ist die Grube Gießhübel bei Bo-

denmais, wo sie sich durch Zersetzung des Magnetkieses erzeugt haben. Wo fein vertheiltes Schwefeleisen den Boden durchzieht (Alaunschiefer), da erzeugen sich immer weißgrün haarige Auswüchse, die schon durch ihren Dintengeschmack sich als Eisenvitriol zu erkennen geben, namentlich erzeugen sich solche unangenehme Krystallisationen auch noch in unsern Mineraliensammlungen, zerfressen die Schachteln, und disponiren nebenliegende Schwefelkiese ebenfalls zur Zersetzung. Wegen seiner Anwendung in der Färberei wird er sonderlich aus Schwefelkies im Großen dargestellt, und hier kann man daher die vortrefflichsten Krystalle bekommen, die luftbeständig sich blos an der Oberfläche braun beschlagen.

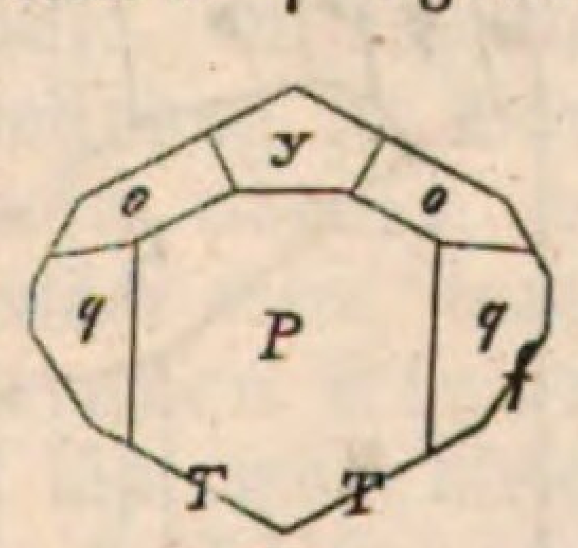
Kobaltvitriol $\dot{C}o\,\dddot{S} + 7\,\dot{H}$ bildet sich in rosenrothen traubigen Ueberzügen zu Biber in Hessen, als Seltenheit auch zu Wittichen, selbst in alten Mineraliensammlungen auf Speiskobald (Pogg. Ann. 60. 265). Die künstlichen haben eine Säule von 82° 25′, sind folglich isomorph mit Eisenvitriol.

Manganvitriol $\dot{M}n\,\dddot{S} + 7\,\dot{H}$ krystallisirt bei einer Temperatur unter 5° in denselben Krystallen, wie Eisenvitriol, bei höherer jedoch werden sie eingliedrig, aber von anderer Form als Kupfervitriol, Mitscherlich Pogg. Ann. 11. 330.

Besonders leicht mischt sich der Eisenvitriol mit Kupfervitriol, ohne dabei seine Form einzubüßen. Es bilden sich dann schöne große scheinbare Rhomboeder P T T, die besonders schön zu Burweiler im Elsaß dargestellt werden. Mallet gibt bei Irländischen 65,7 Kupfervitriol an. Sie haben eine blaue Färbung, und man darf sie nur in Wasser lösen, so beschlägt sich Eisen mit Kupfer.

Mitscherlich Pogg. Ann. 11. 330 hat bei 80° zweigliedrige Krystalle bekommen, die nur halb so viel Wasser als der Eisenvitriol hatten. Durch Auflösen von Eisenvitriolkrystallen in Schwefelsäure will er sogar gypsartige Krystalle mit 2 $\dot{H}$ dargestellt haben.

Botryogen Haidinger Pogg. Ann. 12. 491, in der großen Kupfergrube von Fahlun als rother Eisenvitriol bekannt. $\dot{F}e^3\,\dddot{S}^2 + 3\,\ddot{F}e^2\,\dddot{S}^2 + 36\,\dot{H}$ gemengt mit $\dot{M}g\,\dddot{S}$. Hat große Neigung, kleine Kugeln zu bilden, die sich wie Traubenbeeren an einander häufen. Die kleinen 2 + 1gliedrigen Krystalle zeigen kurze Säulenflächen T = a : b : ∞c 119° 56′, die etwas blättrig sein sollen, die Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht mit T 113° 37′ = P/T, das hintere Augitpaar o = a′ : ½b : c in der Mediankante 125° 22′, alles Winkel, die dem Feldspath nahe stehen: aber es ist q = a : b : c, f = a : ½b : ∞c und y = a′ : ⅔c : ∞b. Dunkel hyacinthroth ins Ochergelbe mit Durchscheinenheit. Härte = 2, Gew. = 2.



In der Provinz Coquimbo im Distrikt Copiapo, der nördlichsten der Republik Chili, kommen in einer Gegend, wo es niemals regnet, dem Granit nachbarlich Vitriolsalze vor, die H. Rose analysirt hat (Pogg. Ann. 27. 309), am häufigsten darunter ein neutrales schwefelsaures Eisenoxyd

Coquimbit $\ddot{F}e\,\dddot{S}^3 + 9\,\dot{H}$, feinkörnige Masse von weißer Farbe mit einem Stich ins Violett: reguläre sechsseitige Säulen mit einem Dihexaeder von 128° in den Endkanten und einer Gradendfläche, auch eine Rhombenfläche kommt hin und wieder vor. Das Salz bedeckt sich mit

Basischschwefelsaurem Eisenoxyd $\ddot{F}e^2 \dddot{S}^5 + 18 \dot{H}$ (Copiapit), gelbe durchscheinende Krystalle, von sechsseitigen Tafeln, die wahrscheinlich nicht regulär sind, aber einen Blätterbruch mit Perlmutterglanz wie Gyps haben. Dazwischen lagert der

Stypticit $2 \ddot{F}e \dddot{S}^2 + 21 \dot{H}$, in gelblichgrünen seidenglänzenden Fasern, die sich zu Kugeln gruppiren. Vergleiche hier auch den Fibroferrit von dort.

Wässrige Lösungen von Eisenvitriol lassen bekanntlich einen gelben ockerigen Niederschlag von basischschwefelsaurem Eisenoxyd fallen. Aehnliche Vitriolocker bilden sich in Gruben von Goslar und Fahlun. Berzelius untersuchte einen von $\ddot{F}e^2 \dddot{S} + 6 \dot{H}$. Solche ockerartige Massen kommen in der Natur unter den verschiedensten Verhältnissen, namentlich auch als Zersetzungsprodukt von Schwefelkies vor, und wenn die Säure durch Basen genommen wird, so entsteht Brauneisenstein. Der sogenannte

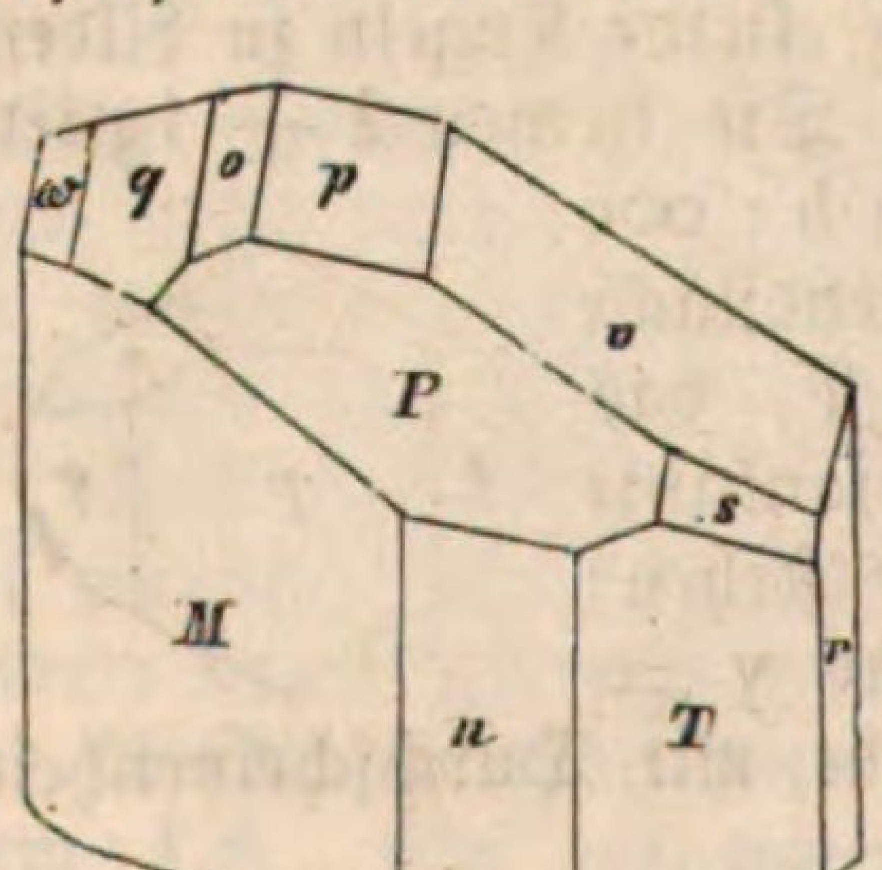
Misy Plinius 34. 31, Agricola 589 (Gel Atrament), noch heute von den Bergleuten so genannt, gelber Atramentstein Wallerius Spec. 178, bildet ein schwefelgelbes öfter krystallinisches Mehl, das im Wasser sich nicht löst. Nach Hausmann kommt es in kleinen vierseitigen Tafeln im Rammelsberge bei Goslar vor. Soll im Wesentlichen schwefelsaures Eisenoxyd sein ($\ddot{F}e^2 \dddot{S}^5 + 6 \dot{H}$), mit etwas Zinkvitriol und Bittersalz gemischt. Auch bei der Verwitterung von Schwefelkies bildet sich ein ähnliches gelbes Mehl, das aber nicht krystallinisch ist.

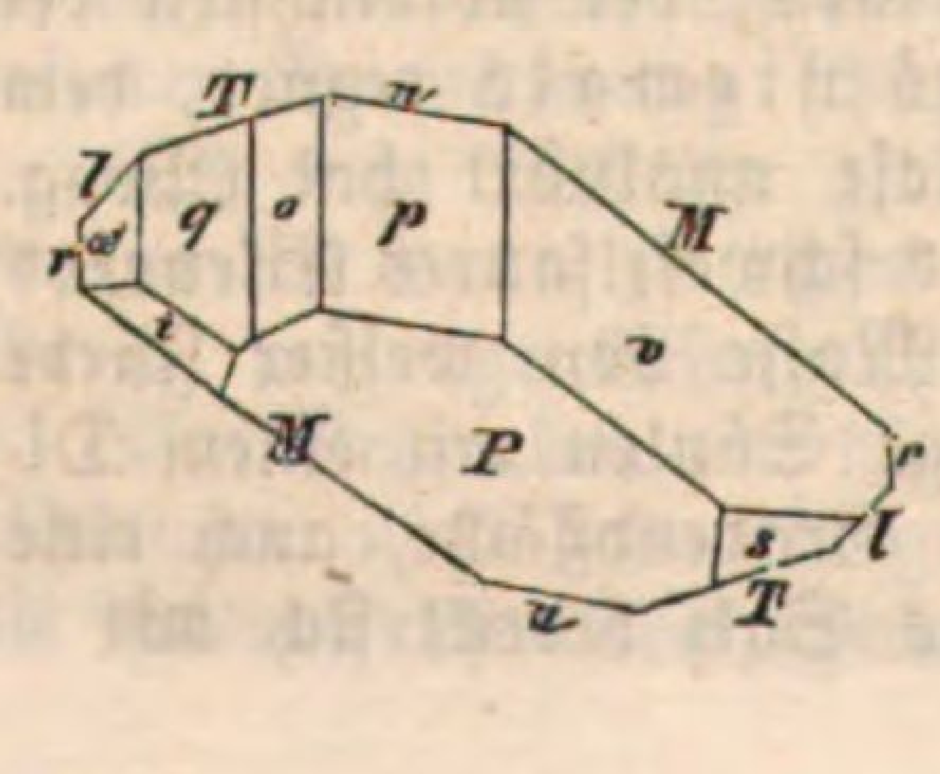
Uranvitriol (Johannit) lebhaftes Grasgrün, Gew. 3,2, H. = 2, 2 + 1gliedrig, ähnlich der Trona pag. 436. Meist nierenförmig auf Uranpecherz von Joachimsthal und Johann-Georgenstadt.

5. Kupfervitriol.

$\dot{C}u \dddot{S} + 5 \dot{H}$, blauer Vitriol, Chalcanthum Plin. 34. 32.

Eingliedriges Krystallsystem, Kupfer Pogg. Ann. 8. 218, vom Typus des Axinit pag. 271. Künstlich kann man die schönsten Krystalle leicht haben: T = a : b : ∞c bildet nahezu ein Rechteck, weßhalb man sie leicht findet, sie macht mit M = a : b' : ∞c eine rhomboidische Säule von 123° 10' = M/T. Eine Doppeltschiefendfläche P = a : c : ∞b bildet in Kante P/T 127° 40', in P/M 109° 15'; eine hintere Gegenfläche p = a' : c : ∞b liegt mit P und n = a : ∞b : ∞c, welche die stumpfe Säulenkante T/M abstumpft, in einer Zone. Die Abstumpfungsfläche der scharfen Säulenkante r = b : ∞a : ∞c bestimmt in P und p die Diagonalzone. Daraus ergibt sich in Zone p/r und P/T die o = a' : ½b' : c und in Zone P/r und P/M die v = a' : ½b : c. Vorn dagegen in P/r und v/n die s = a : ½b : c. Die Säulenfläche l = a' : ½b' : ∞c stumpft die Kante T/r ab und liegt zugleich in o/s. Daraus ergibt sich dann q = a' : c : ¼b' in P/l und r/p gelegen. Fläche i = a : c : ⅙b' stumpft P/r und q/M ab, endlich stumpft w =





a' : $\frac{1}{8}$b' : c die Kante q/r ab, und fällt dabei in Zone i/n. Stellen wir also die Säule M/T aufrecht, P nach vorn, und s nach rechts, so ist die Diagonalzone von p hinten links am reichsten entwickelt, aber alle Flächen lassen sich leicht aus den Zonen bestimmen. Die Größe der Axen und Axenwinkel haben kein Interesse, denn am leichtesten kommt man durch Triangulation zur Kenntniß der Winkel, wobei einem die Projection fast unentbehrlich wird. Von den

Optischen Axen (Pogg. Ann. 82. 63) geht eine der Kante P/T parallel, die andere liegt in n = a : ∞b : ∞c, und halbirt fast genau den stumpfen Winkel, welchen Kante P/n und n/T mit einander machen. Die Axen schneiden sich unter 45° und ihre Ebene steht senkrecht auf P. Lasurblau bis Spangrün, Gew. = 2,25, Härte 3. Bildet sich auf Grubenbauen durch Zersetzung des Kupferkieses, doch bedarf man derselben wegen der Pracht der künstlichen nicht. Da er sich im Wasser leicht löst, und sich auf hineingehaltenem Eisen das Kupfer gediegen niederschlägt, so werden die Vitriolwasser auf den Gruben in Goslar, Fahlun ꝛc. auf Cämentkupfer (Kupfer, was sich auf Eisen niederschlägt) benutzt. Findet besonders in der Färberei Anwendung. Schon Plinius 34. 32 erzählt seine Bereitung in Spanien ausführlich, und sagt, daß man die Lauge in Bottige schütte und Stricke hineingehängt würden, quibus adhaerens limus, vitreis acinis imaginem quandam uvae reddit...., color est caeruleus, vitrumque esse creditus, woher der Name vitriolum Agricola 589 seinen Ursprung hat.

6. Alaun.

Alumen Plinius 35. 52, Alaun Agricola 703, englisch Alum, französisch Alun.

Reguläre Oktaeder mit abgestumpften Ecken und Kanten, Oktaeder und Würfel kommen jedes für sich selbstständig vor, das Granatoktaeder aber nicht. Schon Hauy kannte Zwillinge, sie sind aber nicht gewöhnlich. Gew. 1,7—2, H. = 2—3, Geschmack süßlich zusammenziehend. Da Kalialaun in heißem Wasser 25mal löslicher als im kalten ist, so eignet er sich ganz besonders zur Bereitung künstlicher Krystalle. Gewöhnlich krystallisiren Oktaeder, allein von Tolfa und Beglückte Hoffnung im Bayreutischen bekommt man vollständige Würfel. Gießt man nämlich zur Lösung Soda, so bildet sich ein Niederschlag, der wieder gelöst wird, wenn man nicht zu viel Soda hinzusetzt, man nennt das neutralen Alaun, der basisch schwefelsaure Thonerde enthält ($\ddot{A}l^2 \dddot{S}^3$), und läßt man diesen verdampfen, so krystallisiren Würfel. Schon Dr. Leblanc beschäftigte sich mit Verfertigung von Krystallen (Annales phys. 1788. XXIII. 375): läßt man sie mehrmals umkrystallisiren, so kommen Oktaeder mit abgestumpften Kanten; setzt man aber phosphorsaures oder salpetersaures Natron zu, so kommen vollkommene Oktaeder ohne abgestumpfte Kanten; auf Zusatz von salpetersaurem Kupfer kommen Oktaeder mit Würfel. Macht man die Lösung durch $\dot{K}\ddot{C}$ basisch, so krystallisiren Würfel heraus. Und für Hauy war es kein geringer Triumph, daß ein Alaunoktaeder in eine Flüssigkeit gelegt, welche Würfelflächen liefert, die Würfelflächen gemäß seiner Decrescenzgesetze bekam. Beudant (Annal. chim. phys. VIII. 5) suchte zu

zeigen, daß die Krystalle einfach würden, wenn in der Lauge keine fremdartige Theile suspendirt sind. In verschlossenen Gefäßen über 100° C. erhitzt, bekam er einfache Granatoeder, selbst Leucitoeder! Schon Leblanc brachte es durch Umwenden der Krystalle dahin, ganz beliebige Ausdehnungen einzelner Flächen zu erlangen. Lamellarpolarisation.

($\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Am}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$) $\dddot{S}$ + $\ddot{Al}$, $\ddot{\bar{Fe}}$, $\ddot{\bar{Mn}}$, $\ddot{\bar{Cr}}$) $\dddot{S}^3$ + 24 $\dot{\bar{H}}$
Die Formel ohne Wasser hat die Form des Feldspaths, und liefert ein wichtiges Beispiel für Isomorphismus. Vor dem Löthrohr entweicht das Wasser, es bildet sich gleich eine weiße aufgeblähte Schlacke, die mit blendendem Lichte leuchtet, und mit Kobaltlösung blau wird, was die Thonerde anzeigt.

Bildet sich in der Natur in Schieferthonen und Kohlengebirgen, welche von fein vertheiltem Schwefelkies durchdrungen sind (Alaunschiefer), bei Andrarum in Norwegen ist es Uebergangsgebirge, zu Oedendorf bei Hall Lettenkohle, zu Whitby Lias, bei Freienwald und Burweiler Braunkohlengebirge 2c. Frisch gegraben zeigt der Schiefer oft nicht die Spur von Alaun, allein an der Luft, namentlich durch Feuer unterstützt, erzeugt der Schwefelkies Schwefelsäure, die an $\dot{K}$, $\dot{Fe}$ und $\ddot{Al}$ tritt; das schwefelsaure Eisenoxydul wird leicht zu basischem Oxydsalze, wodurch wieder verwendbare Schwefelsäure entsteht. Kalkreichthum wird nicht gern gesehen, weil sich daraus auf Kosten des Alauns Gyps bildet. Gewöhnlich ist Mangel an Alkali, was durch Zusatz verbessert wird. Vergleiche auch den Alaunstein.

Hauptanwendung in der Färberei als Beizmittel. Man macht daraus einen neutralen Alaun, der beim Erhitzen seine Thonerde leicht an vegetabilische Faser oder thierische Kohle abgibt.

Kalialaun $\dot{K}\dddot{S} + \ddot{Al}\dddot{S}^3 + 24\dot{\bar{H}}$. Weil Kali die stärkste Basis, so ist er auch in der Natur der gewöhnlichste, im Flözgebirge und in Vulkanen. In $\frac{3}{4}$ Theilen heißem Wasser löslich. Berühmt der römische Alaun von Tolfa, welcher zwar trüb und röthlich von Eisenoxyd ist, allein die Unreinigkeit ist nur mechanisch darinnen enthalten, und schlägt sich in den Waschgefäßen zu Boden. Der Kalialaun der Solfatara von Pozzuoli bei Neapel und in der Grotte Capo di Miseno führte, ehe man etwas von der Gegenwart des Kali im Steinreich wußte, zu der damals schwierigen Frage, woher bekommen die Vulkane dieses „Gewächsalkali"? Klaproth Beitr. I. 315.

Natronalaun $\dot{Na}\dddot{S} + \ddot{Al}\dddot{S}^3 + 24\dot{\bar{H}}$, ist im Wasser viel löslicher, man kann ihn daher nur aus sehr concentrirten Lösungen, am besten unter einer Weingeistschicht, die der Lösung Wasser entzieht, darstellen. Deshalb muß auch Kali- und Ammoniakalaun frei von Natron sein. Obgleich eben so brauchbar, so verwittern doch seine Krystalle. Weiße Seidenartige Fasern kommen in der Solfatara auf Milo bei Mendoza 30° S. B. auf der Ostseite der Anden vor.

Ammoniakalaun $\dot{Am}\dddot{S} + \ddot{Al}\dddot{S} + 24\dot{\bar{H}}$ im Braunkohlengebirge von Tschermig an der Eger bei Kaden in Böhmen bildet er fettglänzende querstrahlige Platten, die das Braunkohlenlager nach Art des Fasergypses durchschwärmen. Streut man das Pulver mit Soda gemischt auf glühende Kohlen, so zeigt sich ein ausgezeichneter Ammoniakgeruch. Künstlich bekommt man ihn durch Zusatz von gefaultem Urin, wie er zu Burweiler

gemacht wird. Der Ammoniakalaun, und nur dieser, zeigt nach Biot Lamellarpolarisation. Der Böhmische hat schon einen Talkerdegehalt, welcher das Ammoniak ersetzt, die Analysen geben bis 6,6 p. C. Ammoniak.

Unter den künstlichen kann man etwa erwähnen:

Lithionalaun $\dot{L}\dddot{S} + \ddot{Al}\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$;

Manganalaun $\dot{K}\dddot{S} + \ddot{Mn}\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$;

Chromalaun $\dot{K}\dddot{S} + \ddot{Cr}\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$ von tief purpurrother Farbe;

Eisenalaun $\dot{K}\dddot{S} + \ddot{Fe}\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$, in farblosen Oktaedern, noch leichter krystallisirt

Eisenammoniakalaun $\dot{A}m\dddot{S} + \ddot{Fe}\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$, der im Großen für Färbereien dargestellt wird, wo man ein vollkommen neutrales Eisenoxyd in Anwendung bringen muß. Der

Voltait bildet sich in schwarzen Oktaedern mit grünlichem Strich in der Solfatara und soll nach Scacchi $\dot{F}e\dddot{S} + \ddot{Fe}\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$ sein, während Abich andere Verhältnisse fand.

Unter den natürlichen zeichnen sich besonders noch einige fasrige Vorkommen zum Theil in auffallender Schönheit aus:

Federalaun findet sich in sehr feinen gelblich weißen seidenglänzenden Fasern, welche sehr an Asbest erinnern, aber auf der Zunge zergehen. Besonders ausgezeichnet auf den Quecksilbergruben von Mörsfeld bei Zweibrücken, wo die Analyse von Rammelsberg (Pogg. Ann. 43. 404) $\dot{F}e\dddot{S} + \ddot{Al}\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$ gab. Noch schöner ist die schneeweiße $\frac{1}{2}$ Fuß lange Faser aus einer Höhle am Bosjesmans River, welche ein $1\frac{1}{2}$ Zoll dickes Lager von Bittersalz deckt, und die nach Stromeyers Analyse (Pogg. Ann. 31. 137) $(\dot{M}g, \dot{M}n)\dddot{S} + \ddot{Al}\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$ also ein Mangantalkalaun ist. Ein reiner Manganalaun ohne Magnesia kommt in der Algoa-Bay vor. Traubig und nadelförmig ist auch das

Hversalz von Krisuvig auf Island an der Oberfläche vulkanischer Gesteine, nach Forchhammer's Analyse $(\dot{F}e, \dot{M}g)\dddot{S} + (\ddot{Al}, \ddot{Fe})\dddot{S}^3 + 24\dot{H}$.

Halotrichit (Thonerde-Sulphat) hat man die fasrigen Salze genannt, welche sich in den Braunkohlengebirgen und besonders in den Fumarolen bilden, wenn Schwefelsäure auf Thonerde wirkt. Sie gleichen dem Federalaun vollkommen, namentlich auch in Beziehung auf die gelbliche Farbe, allein sie bestehen nur aus schwefelsaurer Thonerde $\ddot{Al}\dddot{S}^3 + 18\dot{H}$, die man künstlich durch Auflösen von Thonerde in Schwefelsäure und Abdampfen in dünnen biegsamen Blättchen mit Perlmutterglanz gewinnen kann, wie sie H. Rose (Pogg. Ann. 27. 317) von Copiapo nachgewiesen hat. Bei ihrer Aehnlichkeit mit Federalaun können sie leicht damit verwechselt, auch verunreinigt sein. Werner begriff sie unter seinem Haarsalz. Fällt man die künstliche schwefelsaure Thonerde mit Ammoniak, so erhält man

Aluminit $\ddot{Al}\dddot{S} + 9\dot{H}$, schneeweiße Knollen, mit unebener Oberfläche, die kreideartig abfärben. Sie fanden sich zuerst in großer Menge im botanischen Garten von Halle, von wo sie Lerche in der Oryctographia Halensis 1730 bereits als Lac lunae erwähnt. Lange hielt man sie für reine Thonerde, selbst Klaproth, bis Simon die Schwefelsäure darin fand, die

auf 23,6 p. C. geht. Werner sprach sogar die Vermuthung aus, daß es ein Kunstprodukt der dortigen Waisenhausapotheke sein könne. Doch fand sich das Mineral weiter zu Morl, $1\frac{1}{2}$ Stunde von Halle, zu Newhaven in England (Websterit), in der Lettenkohlenformation von Friedrichshall am Neckar, im Tertiärkalke von Auteuil bei Paris ꝛc. Löst sich in Wasser nicht, wohl aber in Salpetersäure, und leuchtet vor dem Löthrohr fast so stark, als die Schlacke des Alauns. Freilich häufig verunreinigt durch Thon.

Im Alaunschiefer kommen noch allerlei unwichtige Verbindungen vor, die kaum ein chemisches Interesse haben, wie die von Werner so genannte Bergbutter, welche aus dem Alaunschiefer in butterartiger Consistenz hervortritt, und erst später rigid wird; der Pissophan, Tecticit; der Diadochit ist sogar phosphorsäurehaltig. Sie können alle zur Alaunbereitung verwerthet werden. Den besten Alaun liefert jedoch der

Alaunstein.

Alunit. Darunter verstand man seit langer Zeit grauliche poröse trachytische Gesteine, welche durch Schwefelsäure zersetzt die Bestandtheile des Alauns erlangt haben. Die Felsenmassen enthalten daher immer einen bedeutenden Gehalt an Kieselerde, bis auf 50 p. C., neben den Bestandtheilen des Kalialauns. Aus dem derben Stein selbst würde man keine Mineralspecies zu machen wagen, denn jedes Feldspathgestein, mehr oder weniger lang von Schwefelsäure angegriffen, kann Gelegenheit zu Alaunbildung geben. Allein es finden sich kleine Drusenräume darin, deren Wände mit kleinen Rhomboedern von 92° 50′ in der Endkante ausgekleidet sind, oft gesellt sich die Gradendfläche hinzu, dann kann man sie leicht für Oktaeder halten. Nach Breithaupt (Leonhard's Jahrb. 1853. 476) haben die Ungarischen Rhomboeder in der Endkante 89° 10′, würden also dem Würfel sehr nahe stehen. Er glaubt auch das sechste stumpfere Rhomboeder $\frac{1}{64}a : \frac{1}{64}a : \infty a : c$ mit 177° 46′ in den Endkanten noch bestimmen zu können! Von den Krystallen konnte man noch nicht genug zur Analyse bekommen, und das Gestein selbst aber, dessen Gewicht etwa 2,7 und dessen Härte von 3—6 wechselt, ist zu sehr gemengt, als daß man auf die Formel

$$\dot{K}\,\dddot{S} + 3\,\dddot{\bar{A}l}\,\dddot{S} + 6\,\dot{\bar{H}},$$

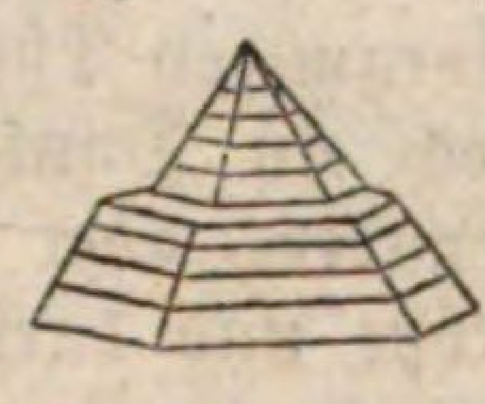
welche man nach Abzug der Kieselerde bekommt, einen sonderlichen Werth legen dürfte. Vor dem Löthrohr zerknistern die kleinen Krystalle sehr stark, der Stein jedoch nicht, beide schmelzen nicht, werden aber mit Kobaltsolution blau. Erst nach dem Brennen kann man Alaun ausziehen. Die berühmtesten Gruben finden sich zu Tolfa bei Civitavecchia im Kirchenstaate. Der Stein wird gebrannt und 40 Tage lang mit Wasser übergossen, wobei er zerfällt und dann erst ausgesiedet wird. In Oberungarn bei Musay und Beregszaz wurde er lange als Mühlstein verwendet, bis man 1795 den Alaungehalt erkannte, auch am Mont Dore (Gilbert's Ann. 68. 33) hat sich gefunden.

Wasser $\dot{\bar{H}}$.

Das tropfbare und feste Wasser wird zwar von vielen Mineralogen nicht abgehandelt. Indeß wenn irgend eine chemische Verbindung die

Aufmerksamkeit des Mineralogen in Anspruch nehmen muß, so ist es diese.

Eis. Das homogenste ist dennoch krystallinisch, denn man darf nur eine Eisplatte von 3—4 Linien Dicke in die Turmalinzange bringen, so erkennt man ein schwarzes Kreuz, und entfernt davon Ringe, je dicker die Platten, desto mehr Ringe treten ins Feld. Daher muß es optisch einarig sein, und die Hauptaxe senkrecht gegen die Wasserfläche stehen. An flachen Wassertümpeln, in Fahrwegen rc., wo der Wasservorrath bis auf den Grund ausgefroren ist, findet man häufig reguläre sechsseitige Säulen mit Gradendflächen. Die Masse besteht aus zarten Fäden, die sich auf dem regulären Sechseck der Gradendfläche unter 60°, auf dem Viereck der Seiten unter 90° schneiden. Die Säulenflächen verjüngen sich auch hin und wieder treppenförmig zu einer Art von Diheraeder, dessen Winkel verschieden angegeben werden nach Smithson 80°, nach Galle (Pogg. Ann. 49. 242) 59° 21′ in den Seitenkanten. Auch Leydolt (Sitzungsber. Kais. Akad. Wissensch. Wien VII. 477) beobachtete im Eise Höhlen, die einer regulären sechsseitigen Säule mit Gradendfläche entsprechen, und zuweilen an den Endkanten noch diheraedrische Abstumpfungen hatten. Auch beim Quarze von Schemnitz und bei Topasgeschieben von Brasilien kommen solche hohlen Räume vor, die genau der Form des Minerals entsprechen sollen. Clarke will Rhomboeder mit 120° in den Endkanten gesehen haben.



Jedenfalls gehört das Eis dem 3 + 1arigen Systeme an, und in Eisplatten stehen sämmtliche Hauptaxen c einander parallel. Beim Schmelzen zeigt sich daher auch eine Neigung parallel dieser Axe, in stängliche Stücke zu zerfallen. Bei Eiszapfen stehen die Axen c senkrecht gegen die Längsrichtung des Zapfens.

Farblos in kleinen Stücken, in großen grünlich blau, wie das Gletschereis zeigt. Gew. = 0,9268, es setzt sich daher glücklicher Weise meist an der Oberfläche ab, und schützt als schlechter Wärmer das darunter fließende Wasser vor dem Ausfrieren. Doch kommt auch

Grundeis vor, welches sich besonders an rauhen Gegenständen der Tiefe absetzt, und Steine, Anker, selbst große Lasten vom Boden empor hebt (Pogg. Ann. 28. 204).

Das Wasser gefriert bei 0°, besonders wenn eine kleine Erschütterung eintritt, ganz ruhiges Wasser kann viel kälter werden. Es scheidet dabei alle gelösten Salze aus, daher lassen sich Wein, Bier, Salzsolen durch Frost concentriren. Doch schließt das Eis immer kleine Blasen ungefrornen Wassers ein, besonders wenn es schnell gefriert, und nach Brewster soll dieser Einschluß selbst bei der stärksten Kälte flüssig bleiben (Pogg. Ann. 7. 509). Daraus läßt sich ein kleiner Salzgehalt des Meereises erklären.

Die hohe See gefriert selbst in den kältesten Gegenden nur an den Küsten des Festlandes und der Inseln. Tiefe Wasser gebrauchen überhaupt längere Zeit zum Gefrieren als flache, weil die ganze Masse erst auf einen niedern Temperaturgrad gebracht werden muß, ehe die Oberfläche sich verdichten kann. Das Maximum der Dichtigkeit des Süßwassers tritt bei + 4° C. ein, alle kältern Mengen schwimmen daher oben. Das

Meerwasser hat dagegen bis an das Eis hin (— 3,1 R.) kein Maximum, Ermann Pogg. Ann. 12. 463. Die Mächtigkeit des Gletschereises erreicht in den Alpen bis 1000 Fuß.

Hagel. Bei starkem Hagelwetter fällt er in regelmäßigen Kugeln, die einen Durchmesser von ½″—1″ haben, und viel Durchscheinenheit besitzen.



Schneeweiße Stellen geben ihm öfter ein wolkiges auch concentrischschaaliges Aussehen. Gewöhnlich fällt er jedoch in pyramidenförmigen Stücken, deren Basis sich kugelförmig rundet, deren Spitze wie es scheint von undeutlichen Flächen begränzt wird. Ihre Zahl möchte man zwar gern auf sechs bestimmen, weil man beim Eise überhaupt an diheraedrische Bildungen denkt, doch gelingt ein scharfes Zählen nicht. Es mag diese Zuspitzung zur falschen Vorstellung, als seien sie „birnförmig oder pilzartig" (L. v. Buch Abh. Berl. Akad. Wiss. 1814. 75) geführt haben. Cap. Delcroß (Gilbert's Ann. 68. 323) hat die vielleicht begründete Vermuthung ausgesprochen, es seien diese Pyramiden Theile gesprengter Kugeln. Jedenfalls schwebt über der Sache noch ein Dunkel. Die Oberfläche ist bei frischfallendem auch wohl wie bepudert, aber der Schneepuder schmilzt schnell ab. Hagelkörner von Faustgröße und darüber mögen immer Conglomerate von mehreren an einander gebackenen Kugeln und Pyramiden sein, daher ist auch ihre Oberfläche nicht rund, sondern unregelmäßig höckerig. Arrago (Pogg. Ann. 13. 347) erwähnt Klumpen von 4″ Durchmesser und 14″ Umfang. Zu Tippoo Saheb's Zeit soll bei Seringopatam in Indien eine Masse von Elephantengröße herabgefallen sein! Nach dem Berichte der Officiere wirkte sie auf die Haut wie Feuer! (Eis ist nämlich in Indien ein sehr unbekanntes Ding.) Wenn aber Knollen zersprengt würden und sich ballen könnten, so könnte das die Ansicht von Volta unterstützen, welcher meinte, daß die Hagelkörner zwischen zwei elektrischen Wolken lange Zeit sich schwebend zu erhalten vermöchten. Große Hagelkörner fallen nur zur heißen Jahreszeit, und zwar geht ihre Bildung in den tiefsten Regionen der Atmosphäre vor sich. Die Graupeln (französisch Gresil), kleinere Körner, aber häufig auch noch von pyramidaler Form, fallen zur kältern Jahreszeit. Vergleiche auch Nov. Act. Leop. 1823. XI. 2. Bericht Leipz. Soc. 1853. pag. 133.

Schnee ist gefrorener Wasserdunst, der in feinen sechsseitigen Sternchen aus der Luft zu Boden fällt.

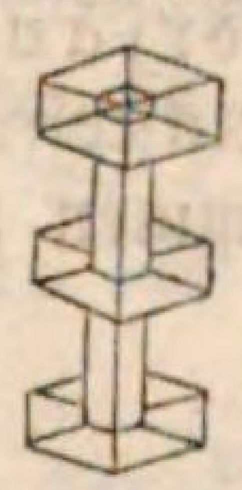


Je trockener die Luft, desto kleiner, aber auch desto zierlicher sind die Figuren. Der Reif hat dieselbe Form, und auch am blumigen Beschlage gefrorner Fensterscheiben findet man nicht selten wenigstens Anfänge solcher Sterne. So habe ich im Winter 1853/54 mehrere Male mit großer Deutlichkeit beistehende Sterne an den Fensterscheiben der hiesigen mineralogischen Sammlung beobachtet. Im Sterne zeichnen sich gewöhnlich die drei Hauptaxen durch Dicke aus. Davon gehen dann feinere Nebenlinien in großer Zahl ab, aber alle schneiden sich in der Ebene der Axen unter 60° und 120°. Die Mannigfaltigkeit, welche aus so einfacher Lineation entstehen kann, hat seit Olaus Magnus, Kepler (de nive sexangula), Carlesius, E. Bartholinus (de figura nivis 1661) etc. die verschiedensten Köpfe angezogen. Krystallographisch bieten sie wenig Schwierigkeit. Vielleicht kann man zweierlei etwas wesentlichere

Unterschiede festhalten: gepuderte und eisige. Die eisigen bilden Eisplatten mit gezackten Rändern, die 6zahl ist dann vorherrschend, doch kommen auch 12strahlige, ganzrandige ꝛc. vor, aber keine Linie ist daran, die nicht einer der Hauptaxen parallel ginge. Sie scheinen so homogen, daß man sie wohl durch polarisirtes Licht dürfte prüfen können, zumal da sie glasartig durchscheinend sind. Die gepuderten sind durch die Menge der Linien und Schneeflocken, welche auf ihnen haften, viel complicirter und häufig dadurch undeutlich. So lange man aber Lineationen deutlich verfolgen kann, gehen sie immer den Hauptaxen parallel. Alle diese Sterne sind tafelartig und äußerst selten anders. In Größe übersteigen sie wenige Linien nicht, und je kleiner, desto bestimmter und zierlicher. Die großen Schneeflocken sind immer Haufwerke von kleinern, und zur Beobachtung der Formen gar nicht geeignet. Merkwürdiger Weise finden sich bei ein und demselben Schneefall nicht blos verschiedene Formen, sondern auch gepuderte und eisige kommen durcheinander herab. Sie kommen offenbar aus verschiedenen Regionen, die eisigen vielleicht aus den höhern Luftschichten. Zeichnungen verdankt man dem Prediger Scoresby, der als Capitain eines Walfischfänger in dem Polarmeer zur Beobachtung vielfache Gelegenheit hatte. Neben vielerlei Sternen hat derselbe auch einmal halbe Dihexaeder, wie beim Hagel, gesehen (vielleicht waren es Graupeln), und einmal bedeckte sich das Schiff mit eigenthümlichen sechsseitigen Prismen, die sich an den Enden, und zuweilen auch in der Mitte zu sechsseitigen Platten ausbreiteten, Kämtz, Vorlesungen über Mineralogie. 1840. pag. 154. Dr. Schuhmacher, die Krystallisation des Eises 1844, hat den Gegenstand monographisch behandelt.







G. Rose (Ural. Reise I. 405) macht bei Beschreibung der dendritischen Zwillinge des Kupfers auf die Aehnlichkeit mit Schneekrystallen aufmerksam, und hält es für sehr wahrscheinlich, daß auch sie zum regulären Krystallsysteme gehören. Unmöglich ist eine solche Ansicht der Sache nicht. Auch könnte man von chemischer Seite geltend machen, daß ein Krystallisiren durch Sublimation gar wohl eine andere Form erzeugen dürfte, als das Krystallisiren durch Erkalten. Aber direkt beweisen kann man es für den Schnee nicht.

Wasser. Ob das reine Wasser eine Farbe habe oder nicht, ist nicht so leicht ausgemacht. Das Caraibische Meer soll so klar sein, daß das Hinabschauen Schwindel erregt. Sieht man durch eine enge Oeffnung auf das tiefe klare Meer, so erscheint es gesättigt Ultramarinblau, mit der Taucherglocke kann man bemerken, daß es rothe Strahlen durchläßt, und grüne zurückwirft. Die schöne blaugrüne Farbe der Rhone bei Genf, des Rheins bei Schaffhausen, des Doubs im Jura, des Blautopfs bei Blaubeuren ꝛc. sind bekannt. Flüsse der Moorgegenden sind braun: die Schussen in Oberschwaben. In den Urwäldern des Orinocco führen die Wasser so viel humussaure Salze, daß sie eine Kaffeebraune Farbe annehmen, im Glase goldgelb, im Schatten tintenschwarz aussehen.

Das Wasser absorbirt Luftarten, und zwar um so mehr, je stärker der Druck. Bei gewöhnlichem Druck nimmt 1 Volumen Wasser 1,06 Volumen Kohlensäure auf, bei 7 Atmosphäre Druck (gleich einer Wassersäule von $32' \cdot 7 = 224'$) dagegen schon 5mal so viel, also 5,3 Vol. C̈.

Läßt dieser Druck nach, tritt z. B. solches Wasser aus dem Erdinnern an die Oberfläche, so muß die Kohlensäure entweichen, was meist mit starkem Brodeln geschieht. Es enthalten die Quellen von Niedernau, Cannstadt, Selters 1 Vol. $\ddot{C}$, Imnau $1\frac{1}{2}$ Vol., Gailnau 1,6 Vol., Burgbrohl in der Eifel 5,3 Vol., ungefähr das bekannte Maximum.

Bestandtheile: Natron ($\dot{Na}\ddot{C}$, Na Cl, $\dot{Na}\ddot{S}$) gehört bei weitem zu den gewöhnlichsten, seltener schon Kali an Chlor gebunden z. B. in der Soole von Berchtesgaden. Lithion im Karlsbader Sprudel, der Kreuzbrunnen zu Marienbad enthält $\frac{1}{10000}$ $\dot{Li}\ddot{C}$. Kalkerde und Talkerde sehr verbreitet. Strontianerde ist zwar selten, doch kommt sie im Karlsbader-, Pyrmonter-, Selters-Wasser vor, noch seltener Baryterde, wie zu Ems und Pyrmont. Thonerde an Alaun gebunden zu Bath in England, Halle an der Saale. Unter den Metallen finden sich nicht blos die ganz gewöhnlichen Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd ꝛc. häufig, sondern auch seltenere sind besonders in den Quellenabsätzen gefunden worden: Arsenik und Kupfer in den Schwarzwaldquellen, Antimon in den Thermen von Wiesbaden, Zinn in dem Saidschützer Bitterwasser, ohne Zweifel aus dem dortigen Olivin pag. 219 stammend, Blei im Säuerlinge von Rippoldsau. Von den Säuren spielen besonders Kohlensäure, Phosphorsäure, Kieselsäure, Borsäure, Chlor, Brom, Jod, Fluor eine Rolle, Quellsäure, Stickstoffverbindungen (Barègine). Ja man wird bald sagen können, es kommen mit Wahrscheinlichkeit alle Substanzen gelöst im Wasser vor.

Meerwasser

nimmt an der Erdoberfläche den größten Antheil, denn es verhält sich Land : Meer = 10 : 27, und das Senkblei ist im atlantischen Ocean auf 43,000′ hinabgelassen, welche ungeheure Tiefe die Höhe der Berge noch ein Bedeutendes übertrifft. Unter den Tropen beträgt in der Tiefe die Temperatur nur 2° Reaum., während die Oberfläche 22° zeigt, der kalte Polarstrom ist daran schuld. Wegen des Salzgehaltes ist sein Gewicht 1,028. Mulder (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 499) fand in 5000 Theilen Flußwasser aus den Niederlanden 1 Theil Salze, während in derselben Menge Meerwasser 185 Theile vorkamen, und wo die Nordsee 3,187 feste Theile hat, hat das Mittelmeer 4,1. Das Salz des atlantischen Oceans besteht in 100 Theilen aus 78,5 Chlornatrium, 9,4 Chlormagnesium, 6,4 schwefelsaurer Magnesia, 4,4 schwefelsaurem Kalk, 1 Chlorkalium, 0,17 Brommagnesium, 0,04 kohlensaurem Kalk, 0,009 Kieselsäure, 0,13 Ammoniak. Das Meerwasser schmeckt daher bitter.

Meere und Seen ohne Abfluß zeigen gewöhnlich einen großen Gehalt an Chlormagnesium. Chr. Gmelin (Pogg. Ann. 9. 177) fand im Wasser des Todten Meeres von 1,21 specifischem Gewicht 11,77 Mg Cl, 7,07 Na Cl, 3,21 Ca Cl, 0,44 Mg Br im Ganzen 24,54 Salz und 75,46 Wasser. Es ist also eine wahre Salzlake. Aehnlich der Eltonsee mit 19,7 Mg Cl, 5,3 $\dot{Mg}\ddot{S}$, 3,8 Na Cl, zusammen 29,2 fester Bestandtheile! Vergleiche pag. 428.

Die Soolquellen, meist im Steinsalzgebirge entspringend, haben mit dem Meerwasser Aehnlichkeit, nur herrscht das Chlornatrium stärker

vor, während Bittersalz zurücktritt. Dagegen findet sich gern ein größerer Gypsgehalt.

Das Fundbohrloch zu Friedrichshall am untern Neckar, seit 1816 im Betrieb, hat eine 26gradige Soole mit 25,56 $Na\,Cl$, 0,437 $\dot{Ca}\,\ddot{S}$, 0,01 $\dot{Ca}\,\dot{C}$, 0,006 $Mg\,Cl$, 0,002 $\dot{Mg}\,\ddot{S}$. Die beim Salzsieden gewonnene Mutterlauge enthält:

24,5 $Na\,Cl$, 0,025 $Na\,Br$, 0,23 $Ca\,Cl$, 0,52 $Mg\,Cl$, 0,42 $\dot{Ca}\,\ddot{S}$.

Für medicinische Zwecke hat man sie durch Eindampfen concentrirt, wobei sich vorzugsweise $Na\,Cl$ ausscheidet, und eine Lauge mit 10 $Na\,Cl$, 0,75 $Na\,Br$, 9,8 $Mg\,Cl$, 4,9 $Ca\,Cl$, 1,23 $K\,Cl$ bleibt. Es entsteht auf diese Weise wie in den Bitterseen eine an Chlormagnesium reiche Mischung.

Quellwasser

sind alle hart, d. h. sie zersetzen die Seife, weil sie nämlich Salze gelöst halten. Die gewöhnlichsten Bestandtheile sind Kohlensäure, entweder frei oder an Kalkerde gebunden, als sogenannte doppeltkohlensaure Kalkerde. Bei Verlust der Kohlensäure lassen sie den Kalk fallen (incrustirende Quellen). Kommen solche zufällig heiß aus der Erde, so geht die Uebersinterung fremder Gegenstände mit Kalkstein schnell von Statten. Das Wasser bekommt durch den kohlensauren Kalk einen angenehmen Geschmack, wie an der schwäbischen Alp. Die reinsten Quellen findet man im Urgebirge, Buntensandstein ꝛc., aber diese schmecken etwas fade, wie z. B. auf dem Schwarzwalde. Herrscht die Kohlensäure so weit vor, daß sie beim Einschenken stark perlen, so heißt man sie

Säuerlinge (Sauerwasser). Es ist dieß die größte Klasse der Heilquellen. Die einen schmecken äußerst angenehm, und werden mit großer Vorsicht gefüllt und versendet. Das Selterswasser füllt man Nachts, weil es dann die meiste Kohlensäure haben soll. Wenn sie nur wenige feste Bestandtheile haben, so heißen sie ächte Säuerlinge, sie trüben Kalkwasser stark, lösen aber im Ueberschuß den Niederschlag wieder, indem sich saurer kohlensaurer Kalk bildet. Nach ihren festen Bestandtheilen hat man sie in verschiedene Unterabtheilungen gebracht, am erkennbarsten darunter sind die sogenannten Stahlwasser oder Eisensäuerlinge, weil ein unbedeutender Gehalt an $\dot{Fe}\,\ddot{C}$ der Quelle einen Dintengeschmack gibt: Struve fand in der Pyrmonter Trinkquelle in 1 ℔ = 7680 Gran nur 0,49 Gr. $\dot{Fe}\,\ddot{C}$, die Dintenquelle von Teinach im Schwarzwalde enthält in der gleichen Menge $\frac{3}{4}$ Gran. Wie wesentlich der Gehalt der Wasser von dem Boden abhängt, aus welchem die Quelle hervorkommt, das zeigen in auffallendem Grade die

Schwefelwasser (aquae hepaticae). Sie verbreiten einen Geruch nach faulen Eiern, haben einen widrigen Geschmack, hineingeworfene Silbermünzen werden schwarz. Am stärksten sind die kalten, welche in 100 Maß Wasser 4 Maß Schwefelwasserstoff enthalten können. Am Fuße der schwäbischen Alp treten aus dem obern Liasschiefer eine ganze Reihe solcher Quellen, worunter Boll die berühmteste: zunächst zersetzt sich der fein vertheilte Schwefelkies des Gebirges zu schwefelsauren Salzen. Da nun aber zugleich viel Bitumen vorkommt, so wirkt derselbe desoxydi-

rend, erzeugt Schwefellebern, durch deren Zusatz Schwefelwasserstoff entsteht, was die Quellen aufnehmen. Selbst der Gyps kann solchen desoxydirenden Einwirkungen nicht widerstehen. Die heißen Schwefelwasser von Aachen und in den Pyrenäen sind zwar nicht so stark als die kalten, aber auch hier scheinen organische Stoffe auf schwefelsaure Salze eingewirkt zu haben, wie schon der Gehalt an Barègine in den Pyrenäenbädern beweist. Selbst das HS in Vulkanen könnte in den mit organischen Substanzen geschwängerten Meerwassern seinen Grund haben. Auch die

Gypshaltigen Wasser, welche sich auf Zusatz von Alkohol trüben, haben ihren Sitz vor allen im Gypsgebirge, man findet sie besonders in der Unterregion des Keupers von Schwaben, wo das anstehende Gypsgebirge über den Ursprung gar keinen Zweifel läßt.

Es gibt noch eine Menge mineralischer Wasser, welche in unmittelbarem Zusammenhange mit chemischen Processen im Erdinnern stehen, so die Eisenvitriolwasser von Alerisbad am Unterharze, welche aus einem alten verlassenen Stollen kommen; die Cementwasser in großen Grubenbauen von Goslar, Fahlun, Neusohl ꝛc., welche Kupfer- und Eisenvitriol enthalten, daher auf Eisen Kupfer absetzen; Wasser mit freier Salzsäure (Rio Vinagre) kommt in einem gewaltigen Strome von der Höhe des Vulkans von Purace bei Popayan herab: in seinen weitberühmten Wasserfällen wird der Wasserstaub dem Auge beschwerlich, und beim Eintritt in den Rio Cauca vertreibt er auf 4 Meilen alle Fische, obgleich 1000 Theile Wasser nur 6,8 freie Salzsäure enthalten.

Das Wasser enthält außer den Bestandtheilen, welche sich durch direkte Analyse nachweisen lassen, noch andere Beimischungen, aber in so kleinen Mengen, daß man lange von ihrer Existenz darin nichts wußte. Prüft man dagegen die Quellenabsätze, so kommen sie zum Vorschein! Walchner fand 1844, daß eine große Reihe von Mineralquellen Arsenik und Kupfer in ihrem Quellenschlamm bergen (Cannstadt, Rippoldsau, Ems, Wiesbaden, Pyrmont ꝛc.). Der Ocker von Cannstadt (Jahreshefte vaterl. Naturk. Württemb. III. 257) enthält 60,9 Eisenoxydhydrat, 9,4 kohlensauren Kalk, 5,4 Kieselsäure ꝛc. und 0,8 p. C. arsenige Säure. Der Sprudelstein von Karlsbad 0,27 Arsenik. Nähme man an, daß im Wasser Arsenik und Eisen in demselben Verhältniß enthalten seien, wie im Absatz, so kämen bei Cannstadt auf 10 Millionen Theile Wasser 1,5 Arsenik, oder auf 220 Maas 1 Gran. Will berechnete im Wasser der Josephsquelle von Rippoldsau auf 1000 Millionen Theile Wasser 600 $\ddot{As}$, 104 $\dot{Cu}$, 25 $\ddot{Sn}$, 16 $\ddot{\bar{Sb}}$; der Ocker enthält 50,6 $\ddot{\bar{Fe}}$ und 1,13 p. C. Metalle, im metallischen Zustand berechnet.

Derartige Untersuchungen zeigen zu deutlich, wie durch die Wasser seltene Stoffe nach den verschiedensten Gegenden hingeführt werden können. Sie werfen in sofern Licht auf die Möglichkeit der Bildung selbst seltener Mineralstoffe im Schooße der Erde auf nassem Wege pag. 147. Deshalb durften wir auch das Wasser überhaupt nicht unerwähnt lassen.

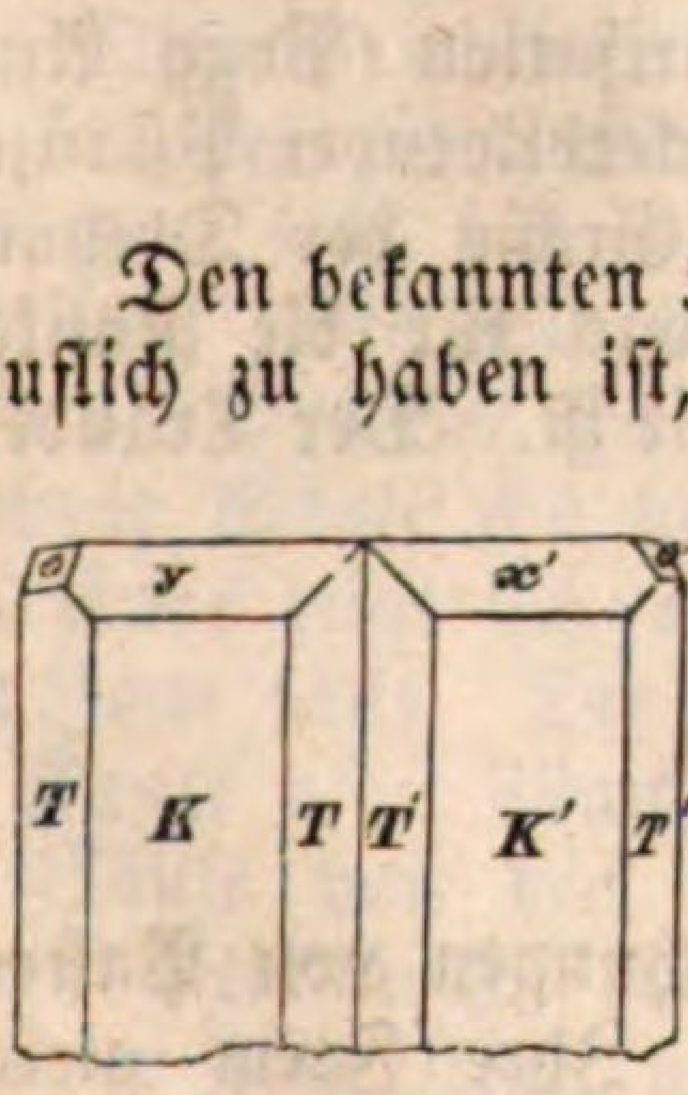
Anhang.

Künstliche Krystalle

(chemische Präparate) sollten im Grunde genommen, wenigstens was ihre Form und äußere Beschreibung betrifft, auch in der Mineralogie erwähnt werden. Doch fehlt es dazu an systematischen Vorarbeiten, auch würde man hier nicht gut anders als an der Hand eines strengen chemischen Systems gehen können. Ja, da die Chemikalien für die Krystallographie theilweis so vortreffliche Beispiele liefern, so ist es zu bedauern, daß man die Scheidewand zwischen Kunst und Natur hier so nachdrücklich fest zu halten strebt, eine Scheidewand, die eigentlich gar nicht da ist. Ich will im Nachfolgenden nur beispielsweise Einiges hervorheben, da es mir im Ganzen sehr an Material dazu gebricht. Es bedarf zum Erkennen solcher Sachen gerade nicht immer genauer mühsamer Messungen: denn was thut es, ob ein Winkel ein Paar Grade größer oder kleiner ist, das Wesen bleibt immer das Erkennen des Systems. Ja ich kann mit einer Krystallbildung vortrefflich vertraut sein, ohne auch nur ein Mal an eine Winkelgröße gedacht zu haben. Das ist der Standpunkt der Weißischen Zonenlehre. Vieles findet man in Dr. Herrmann Kopp's Einleitung in die Krystallographie. Braunschweig 1849.

1. Zucker C_{12} H_{11} O_{11}.

Den bekannten Kandis-Zucker (Rohrzucker), welcher braun bis farblos käuflich zu haben ist, kann man sich leicht in Krystallen verschaffen. Schon Brewster entdeckte daran die Thermoelektricität, Prof. Hankel (Pogg. Ann. 49. 495) hat sie beschrieben und Kopp (Krystallogr. §. 358) mit dem Reflexionsgoniometer gemessen. Oberflächlich angesehen erscheinen sie als Oblongoktaeder T P x, mit abgestumpfter Endecke k. Allein nimmt man freie tafelförmige Krystalle, so sind das fast immer Zwillinge, welche die Säule T/T gemein haben, und deren Endflächen (y mit x′) nicht einspiegeln. Damit ist sogleich ohne irgend eine Messung das



2 + 1gliedrige System bewiesen (siehe Weinsäure): eine geschobene Säule T = a : b : ∞c macht vorn über k 78° 30′, ihr seitlicher Winkel von 101° 30′ kann wegen seiner guten Ausbildung mit dem

Anlegegoniometer leicht controlirt werden. Die vordere Säulenkante k = a : ∞b : ∞c macht durch vorherrschende Ausdehnung die Krystalle häufig tafelartig. Diese k ist ziemlich deutlich blättrig, und läßt sich mit dem Messer spalten. Von den Schiefendflächen ist die etwas drusige P = a : c : ∞b, 76⁰ 44′ gegen Axe c, häufig etwas stärker ausgedehnt, als die glattere hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b, 64⁰ 12 gegen Axe c. Da also P/k = 103⁰ 22′ und P/x = 115⁰ 48′ ist, so kann man beide mit dem Anlegegoniometer nicht verwechseln. Bei guten Krystallen findet sich unter P noch eine deutliche Abstumpfung y = c : $\frac{1}{3}$a : ∞b, welche auf der Hinterseite nicht ist, und daher die Zwillinge so augenfällig macht. Höchst eigenthümlich ist eine Fläche aus der Diagonalzone von P die zugleich T/x abstumpft, folglich o = a : c : $\frac{1}{2}$b. Nach Hankel kommt sie nur einseitig vor: und zwar liegt sie nur rechts unten und oben, weshalb die Parallelen fehlen, gerade wie bei der Weinsäure. Nach diesen Flächen richtet sich nun auch die Thermoelektricität: Axe b bildet die Thermoelektrische Axe, und da nur an einem Ende von b die Flächen o auftreten, so zeigt sich dieses bei abnehmender Wärme als das antiloge (negative).

Die Zwillinge legen sich gewöhnlich mit der stumpfen Säulenkante am Ende b aneinander, und zwar so, daß die beiden gleichnamigen Pole sich einander zu- und abwenden. Es legen sich also die Zwillingsindividuen entweder mit ihren positiven oder negativen Polen aneinander. Durchwachsen sie sich in dieser Lage, so heben sich die Elektricitäten auf.

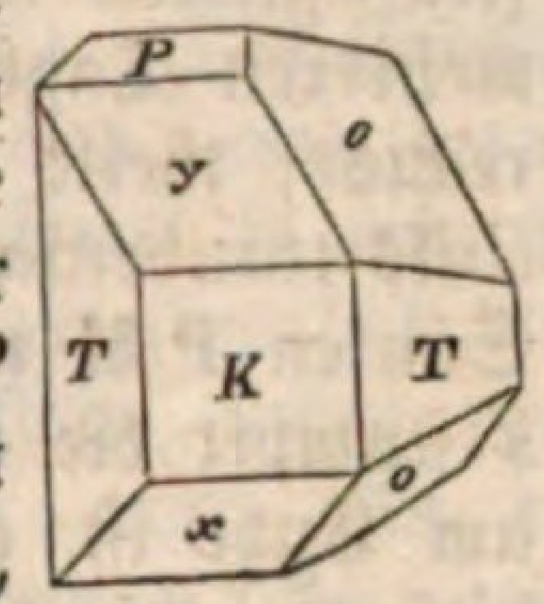
Der krystallisirte Zucker steht nicht um, wie die unkrystallinischen Bonbons pag. 152. Die optischen Axen orientirt man nach dem blättrigen Bruch k: die Ebene der optischen Axen mit der Medianebene zusammenfallend steht senkrecht auf k, und die eine optische Axe steht auch fast senkrecht auf diesem Blätterbruch. Nach Miller (Pogg. Ann. 55. 630) weicht sie von der senkrechten auf k nur 1⁰ 26′ nach unten ab, die andere optische Axe liegt ungefähr 50⁰ darüber.

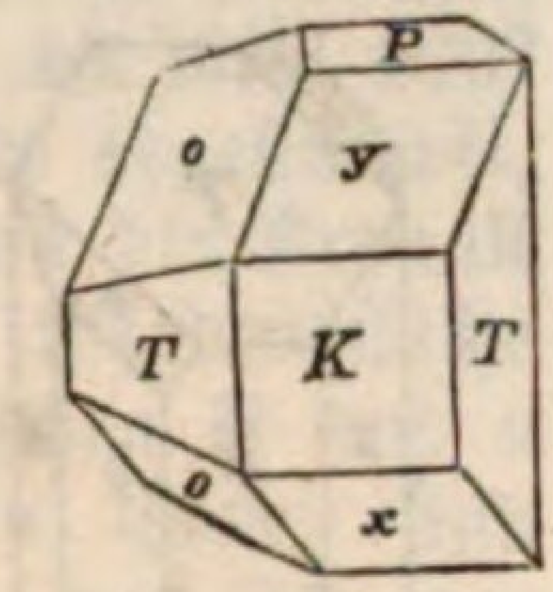
Zuckerlösungen haben rechts drehende Circularpolarisation (Pogg. Ann. 28. 165), was sich sogar schon beim frischen Safte zuckerbildender Pflanzen zeigt. Das geht selbst soweit, daß man aus der Größe der Drehung auf den procentischen Zuckergehalt schließen kann, was für die Runkelrübenzuckerfabrication von großer praktischer Wichtigkeit ist. Der Traubenzucker dreht dagegen links.

2. Weinsäure $C_4 H_2 O_5 + HO$.

Rechtstraubensäure, ist durch die Untersuchungen von Pasteur (Pogg. Ann. 80. 127) höchst interessant geworden. Ihre Form gleicht auffallend dem Zucker, dabei ist sie besser ausgebildet. Hankel (Pogg. Ann. 49. 500) beschreibt sie bereits richtig. Wir haben eine Säule T = a : b : ∞c seitlich in Axe b 102⁰ 54′, also nur unwesentlich vom Zucker abweichend; ihre vordere scharfe Kante von 77⁰ 6′ wird durch die blättrige k = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft. Die Schiefendfläche P = a : c : ∞b ist 79⁰ 28′ gegen Axe c geneigt, und steht rechtwinklig gegen die

stumpfe Säulenkante T/T. Die hintere Gegenfläche x = a' : c : ∞b 57° 30' gegen Axe c, und vorn unter P noch eine Fläche y = c : ⅓a : ∞b 45° gegen Axe c. Oefter dehnen sich x und y so stark aus, daß P kaum sichtbar wird. In solchen Fällen läßt uns jedoch das Handgoniometer nicht irren, da k/x = 122° 30' und k/y = 135° beträgt. Das Augitpaar o = a : ½b : c tritt nur auf der rechten Seite auf, es liegt außer der Diagonalzone von P in den Zonen Tx und Ty, daher bilden x und y meist Rhombenflächen. Schwindet P, so bilden ko eine wenig geschobene Säule, worauf xyTT Rhomben bilden würden, wenn die Parallele von o da wäre.





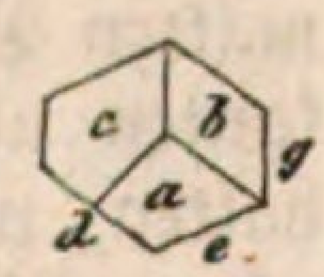
Zuweilen kommen die Flächen o auf der linken und rechten Seite zugleich vor. Man sieht dann gewöhnlich Grenzlinien durchgehen, die auf die Vermuthung führen können, daß sich ein linkes mit einem rechten Individuum verbunden habe. Indeß ist die rechte o stärker ausgedehnt, daher mögen die beiden o wohl physikalisch ungleich sein.

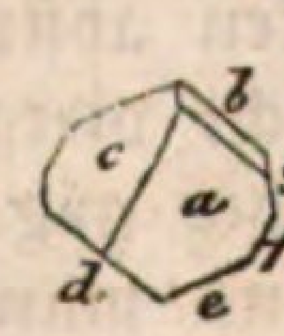
Die Linkstraubensäure ist chemisch mit der Rechtstraubensäure (Weinsäure) vollkommen gleich, nur daß die Krystalle ihre o auf der linken Seite haben, also Spiegelbilder von denen der Rechtstraubensäure sind.

Zwillinge stimmen genau mit denen vom Zucker: zwei Individuen, gewöhnlich sehr regelmäßige an der Ecke durch k stark abgestumpfte Oblongoktaeder TTxy bildend, legen sich mit dem stumpfen Säulenwinkel von 120° 54' neben einander und liegen umgekehrt. Da P fehlt, so stumpfen die o als kleine Rhomben die äußern Seitenecken ab, was Folge des Gesetzes ist. Thermoelektrisch wie der Zucker.

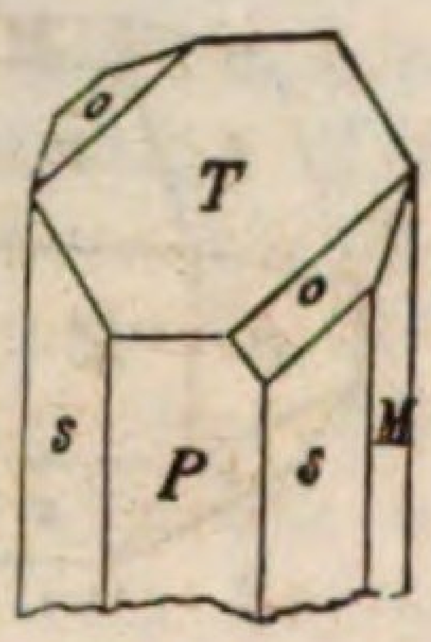
Löst man Weinsäure in Wasser, so zeigt die Flüssigkeit rechte Circularpolarisation, die linke Traubensäure dagegen linke.

Die Traubensäure wurde zuerst zu Thann in den Vogesen bei der fabrikmäßigen Bereitung der Weinsäure bekannt (Pogg. Ann. 19. 319), und man war bis in die neueste Zeit nicht im Stande, sie künstlich darzustellen. Sie soll 1 + 1gliedrig sein. Die Säulenförmigen Krystalle in nebenstehender Horizontalprojektion könnte man als eine geschobene Säule d/e nehmen, deren scharfe Kante g abstumpft. Am Ende zeigt sich ein Augitartiges Paar b/c, das mit g in eine Zone fällt. Die Fläche a ist blättrig und steht schief gegen die Kante b/c. Man erkennt die Blättrigkeit leicht, sobald man die Säule von den Drusen herunterbricht. Da nun in der Säule öfter noch f die Kante g/e abstumpft und mit Kante a/c in einer Zone liegt, und ferner b sich verkleinert oder ganz fehlt, so kann man die Krystalle beim ersten Anblick für eine achtseitige Säule defg mit einem aufgesetzten Augitpaar c/a, ähnlich wie bei der Augitkrystallisation, nehmen.





Traubensaures Natron-Ammoniak. Sättigt man gleiche Theile Traubensäure durch Natron und durch Ammoniak, und mischt die beiden



Flüssigkeiten mit einander, so setzen sich beim Erkalten nach mehreren Tagen große 2gliedrige Krystalle ab, theils mit rechts-, theils mit links-hemiedrischen Flächen: rechts- und links-traubensaures Natronammoniak. Es sind oblonge Säulen P/M mit Gradendfläche T. Die geschobene Säule s stumpft die Kanten P/M ab. Das Oktaeder o = a : b : c am Ende ist aber nur zur tetraedrischen Hälfte da. Bei unserm rechten Krystalle ist die Kante T/s rechts abgestumpft, bei den linken muß es die linke T/s sein.

Behandelt man nun solches rechtstraubensaure Natronammoniak mit salpetersaurem Bleioxyd, so schlägt sich rechtstraubensaures Bleioxyd nieder, aus welchem man dann mit Schwefelsäure die Rechtstraubensäure darstellen kann. Ebenso stellt man sich die Linkstraubensäure aus den linken Krystallen dar. Die Traubensäure ist auf diese Weise in eine rechte und linke zerlegt. Daß die Säure in den sich wie Bild und Spiegelbild gleichenden Krystallen verschieden sei von der Traubensäure, davon kann man sich leicht durch chemische Reaktion überzeugen: man löse einen linken oder rechten Krystall und behandle ihn mit der Lösung eines Kalksalzes, so bekommt man nach einiger Zeit isolirte glänzende Krystalle von linkstraubensaurem oder rechtstraubensaurem Kalke, je nachdem man Krystalle wählt. Löst man dagegen beide Krystallarten, die rechts- und die links-hemiedrischen, gemeinschaftlich auf, so ist der Niederschlag verschieden und hat die Kennzeichen des traubensauren Kalkes.

Neuerlich hat auch Pasteur (Pogg. Ann. 90. 504) den Weg gefunden, Weinsäure in Traubensäure umzuwandeln. Weinsaures Cinchonin wird langsam einer Temperatur von 170° C ausgesetzt, es bildet sich theilweis Traubensäure, die durch Chlorcalcium fixirt werden kann.

Das Links und Rechts der Säuren trägt sich auch auf die Krystalle der Salze über, wie das linkstraubensaure und weinsaure Ammoniak; das links- und rechtstraubensaure Antimonoxyd-Kali (Brechweinstein); der links- und rechtstraubensaure Kalk 2c. beweisen. Letztern den

Weinsauren Kalk bekommt man sehr schön krystallisirt aus alten Weinfässern, wo glänzende Krystalle auf einer Kruste von Weinstein sitzen. Es sind ausgezeichnete 2gliedrige Dodekaide pag. 38 aus drei zugehörigen Paaren a : b : ∞c, b : c : ∞a und a : c : ∞b bestehend. Die zwei matten Paare schneiden sich als Oblongoktaeder genommen in ihren Seitenkanten unter 77°—78°, man könnte sie für ein viergliedriges Oktaeder halten, woran das glänzende dritte Paar Rhomben bildet, und die Seitenecken abstumpft. Da diese sich unter $91\frac{1}{2}°$ schneiden, so kann das System nicht viergliedrig sein. Nun sind aber die Dodekaidflächen keiner Hemiedrie fähig pag. 68, und da andere hemiedrische Flächen nicht vorkommen, so kann man den weinsauren Kalk (rechtstraubensauren) vom linkstraubensauren an den Krystallen nicht unterscheiden. „Dennoch ist gewiß, daß „der linkstraubensaure Kalk vom rechtstraubensauren verschieden ist, denn „mit diesem gemischt bildet sich sogleich traubensaurer Kalk, der sich von „beiden leicht und wohl unterscheiden läßt."

Das **Seignettesalz**, weinsteinsaures Kalinatron = $\dot{K}\bar{T} + \dot{Na}\bar{T} + 8\dot{H}$, isomorph mit dem traubensauren und weinsteinsauren Natron-Am-

moniak, zeichnet sich durch die Größe und Klarheit seiner luftbeständigen Krystalle aus, ist daher von Optikern gesucht. Die Säule s/s mißt 100° 30′, ihre scharfe Kante wird durch P = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft, diese Abstumpfung herrscht meist auf einer Seite so vor, daß der Krystall dadurch wie halbirt erscheint. Nicht weniger herrscht die Gradendfläche T = c : ∞a : ∞b; M = a : ∞b : ∞c klein, aber zwischen M und s liegt noch eine zweite Säulenfläche a : 2b : ∞c. An den Enden sind zwischen P und T zwei Paare b : c : ∞a und b : 2c : ∞a, das Oktaeder o = a : b : c ist häufig hemiedrisch. Die optischen Axen liegen in der Ebene P, welche die scharfe Säulenkante abstumpft.

Der **Weinstein** (Tartarus), zweifach weinsaures Kali $\dot{K}\,\overline{T}^2 + \dot{H}$. Hier ist das 2gliedrige Tetraeder (Tetraid) öfter ganz vorherrschend, daher schlug Haidinger vor, es Tartaroid zu nennen. Wir haben pag. 27 gesehen, daß die zwei Tetraide einer und derselben Oblongsäule mit Gradendfläche einander nicht congruent sein können, sondern sich wie Bild und Spiegelbild verhalten. Dr. Hankel Pogg. Ann. 53. 620 hat die Krystalle beschrieben. Man erhält bei der Verdunstung einer nicht sehr concentrirten Lösung von käuflichem Weinstein an der Luft „leicht Krystalle, die mehr als einen Zoll in der Länge, und die Hälfte in der Breite" betragen: geschobene Säule M = a : b : ∞c 106°, a = a : ∞b : ∞c, und b = b : ∞a : c, nebst einem Tetraeder o = a : b : c mit 135° in der Endkante.

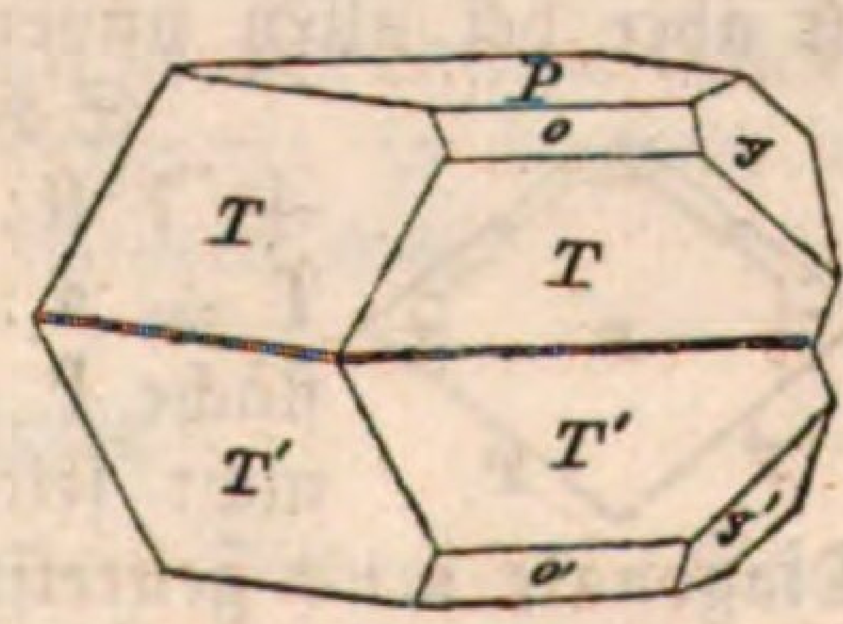
Zweifach weinsaures Ammoniak ist damit isomorph.

Der **Brechweinstein**, weinsaures Antimonoxyd-Kali, krystallisirt zwar deutlich, allein die Krystalle sind nicht luftbeständig. Scheinbar viergliedrige Oktaeder, zwei Oktaeder a : b : c und a : b : 2c übereinander. Die Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b stark ausgedehnt, eine gewöhnlich stärker als die andere, wodurch die Krystalle wie halbirt erscheinen. Der Basalschnitt der Oktaeder ein sehr wenig verschobener Rhombus, daher können die Krystalle nicht 4gliedrig, sondern nur 2gliedrig sein.

3. Saures Aepfelsaures Ammoniumoxyd.

$\dot{N}\dot{H}^4 + 2C^4H^2O^4 + \dot{H}$. Die zweigliedrigen luftbeständigen Krystalle sind außerordentlich schöne Oblongoktaeder mit abgestumpfter Endecke. Nimmt man die längere Seitenkante als Säule p = a : b : ∞c 108° 16″ so hat das Paar q = b : c : ∞a in Axe c 104° 20′, b = b : ∞a : ∞c ist etwas blättrig, die Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b ist angedeutet, und zwischen b und c liegt c : 2b : ∞a. Pogg. Ann. 90. 38.

4. Grünspan.



Essigsaures Kupferoxyd $\dot{C}u\,\overline{A} + \dot{H}$. Spangrün. 2 + 1gliedrige Krystalle: die Säule T = a : b : ∞c bildet nach Kopp vorn 72°, sie ist ziemlich deutlich blättrig. Die Schiefendfläche P = a : c : ∞b macht 63° gegen die Axe c, hinten die dreifach schärfere y = 3a′ : c : ∞b 56° gegen Axe c, endlich noch das Augitpaar o = a′ : c : ½b, die mit Ty und PT Zonen bildet.

Interessant sind die häufigen Zwillinge, welche die Schiefendfläche P gemein haben, und umgekehrt liegen; sie haben also die analoge Lage, wie die Individuen 1 und 3 oder 2 und 4 beim Feldspathvierling pag. 184.

Wöhler Pogg. Ann. 37. 166 lehrte auch einen zweigliedrigen Grünspan $\dot{\text{Cu}}\,\bar{\text{A}} + 5\,\dot{\text{H}}$ kennen, er bildet 2gliedrige Dodekaide, die durch Wasserverlust in den gewöhnlichen Grünspan umstehen.

Essigsaures Natron $\dot{\text{Na}}\,\bar{\text{A}} + 6\,\dot{\text{H}}$, was in den schönsten weingelben 2 + 1gliedrigen Säulen krystallisirt, die Säule T = a : b : ∞c macht vorn 84° 30′, ihre stumpfe Seitenkante wird durch M = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft. Am Ende herrscht die Schiefendfläche P = a : c : ∞b, 68° 16′ gegen Axe c; meist noch die vordere stumpfe Kante P/T durch m = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b : c abgestumpft.

Bleizucker, Essigsaures Bleioxyd = $\dot{\text{Pb}}\,\bar{\text{A}} + 3\,\dot{\text{H}}$ isomorph mit $\dot{\text{Ba}}\,\bar{\text{A}} + 3\,\dot{\text{H}}$. Ebenfalls 2 + 1gliedrig. Die Säule T = a : b : ∞c macht vorn 52°. Ihre scharfe Kante ist durch k = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft. Diese nebst der Schiefendfläche P = a : c : ∞b sind blättrig und stark ausgedehnt, wodurch die Krystalle ein gewendet 2 + 1gliedriges Aussehen haben. Die Blätterbrüche k/P schneiden sich unter 109° 48′. Ihre scharfe Kante stumpft die hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b ab. Ueber essigsauren Baryt siehe Pogg. Ann. 90. 25.

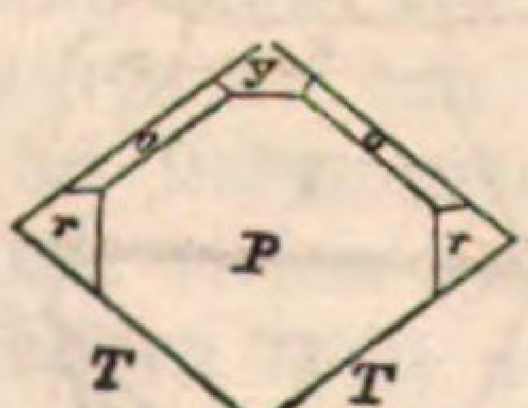
5. Doppelsalze $\dot{\text{Me}}\,\ddot{\text{S}} + \dot{\text{Ak}}\,\ddot{\text{S}} + 6\,\dot{\text{H}}$.

Wo in $\dot{\text{Me}}$ die Metalloxyde Eisenoxydul, Manganoxydul, Zinkoxyd, Cadmiumoxyd, Kobaltoxydul, Nickeloxydul, Kupferoxyd, Magnesia; und $\dot{\text{Ak}}$ das Kali und Ammoniak bedeuten. Diese bilden unstreitig eine der merkwürdigsten Gruppen isomorpher Krystalle, und da sie so leicht krystallisirt zu bekommen sind, so liefern sie ein vortreffliches Uebungsbeispiel.

Nach Graham zerfallen die einbasischen Salze in Beziehung auf Wassergehalt in zwei Gruppen. Unter den schwefelsauren Salzen sind es die

1) Gypsgruppe mit graden Atomen Wassers, im Wasser wenig löslich und nicht geneigt zur Bildung von Doppelsalzen: $\dot{\text{Ca}}\,\ddot{\text{S}} + 2\,\dot{\text{H}}$, $\dot{\text{Cu}}\,\ddot{\text{S}} + 4\,\dot{\text{H}}$, $\dot{\text{Mg}}\,\ddot{\text{S}} + 6\,\dot{\text{H}}$ gehören dazu;

2) die Eisenvitriolgruppe mit ungraden Atomen Wassers, wie Eisen- und Kupfervitriol pag. 444. Alle sind im Wasser sehr löslich, und bilden mit schwefelsaurem Kali oder schwefelsaurem Ammoniak leicht Doppelsalze. Bei solchen Doppelsalzen vertritt das $\dot{\text{K}}\,\ddot{\text{S}}$ ein Atom Wasser, ohne daß dadurch die Form wesentlich verändert würde. Daher haben sie die 2 + 1gliedrige Form des Eisenvitriols mit 7 Atom Wasser. Die Winkel der verschiedenen Salze weichen zwar untereinander ab, der Typus ist aber bei allen unverkennbar: z. B.



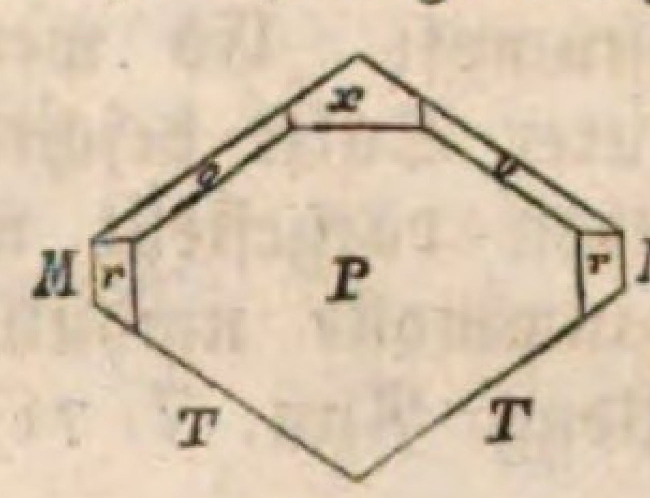
Schwefelsaures Nickeloxyd-Kali $\dot{\text{K}}\,\ddot{\text{S}} + \dot{\text{Ni}}\,\ddot{\text{S}} + 7\,\dot{\text{H}}$; schön grünfarbig. Eine etwas blättrige Säule T = a : b : ∞c macht vorn etwa 109°. Die Schiefendfläche P = a : c : ∞b herrscht daran, macht die Krystalle nicht selten tafelartig, und dann pflegen sie parallel der Diagonale a : c gestreift zu sein. Ungefähr 73° gegen die Axe c geneigt. Die hintere Ecke PTT ist durch ein kleines glänzendes Dreieck y = a′ :

3c : ∞b abgestumpft. Daraus deducirt sich o = a' : ½b : c in der Zone P/T und T/y liegend. Die Fläche r = a : ½b : c liegt in der Diagonalzone von P, und da die Kante o/r rechtwinklig gegen P/r steht, so folgt aus diesem rechten Winkel ihr Ausdruck. Die Fläche M = b : ∞a : ∞c ist immer nur klein vorhanden, und zwischen M/T eine Fläche b : 2a : ∞c.

Schwefelsaures Kobaltoxydul-Ammoniak. $\dot{H}_4 \, N \, \dddot{S}$ + $\dot{C}o \, \dddot{S}$ + 6 $\dot{H}$ gibt hochrothe Krystalle; schwefelsaures Kupferoxyd-Kali blaue; besonders groß und schön wird das blaß rosenrothe Salz von Schwefelsaurem Manganoxyd-Ammoniak; das schwefelsaure Zinkoxydkali ist dagegen ganz farblos rc. Alle diese Krystalle haben noch die vortreffliche Eigenschaft, daß man sie wie Minerale aufbewahren kann, ohne daß sie sich veränderten. Ob Ammoniak oder Kali darin sei, macht äußerlich keinen wesentlichen Unterschied, vor dem Löthrohr auf Kohle erhitzt erkennt man das Ammoniak leicht, wenn man die Probe schnell unter die Nase bringt.

6. Asparagin.

$C_8 \, N_2 \, \dot{H}_{10} \, O_8$ wurde schon 1805 von Robiquet in jungen Spargeltrieben entdeckt (Pogg. Ann. 28. 184), dann in allen Kartoffelarten rc. gefunden. Die Nettigkeit seiner klaren luftbeständigen Krystalle fällt in hohem Grad auf. Miller (Pogg. Ann. 36. 477) hat sie zweigliedrig, Kopp (Einl. Kryst. 312) 2 + 1gliedrig beschrieben. Und allerdings ist auch ihr Habitus oft 2 + 1gliedrig, erinnert sogar auffallend an Feldspath. Die Säule T = a : b : ∞c macht vorn 116° 50'; die Schiefendfläche P = a : c : ∞b 64° 29' gegen Axe c läßt sich von der hintern Gegenfläche x = a' : c : ∞b 64° 46' gegen Axe c nicht unterscheiden. TTPx bilden nicht selten ausgezeichnete Oblongoktaeder. Dazu kommt noch, daß auch die Augitpaare o = a' : c : ½b und r = a : c : ½b vorn wie hinten erscheinen. M = b : ∞a : ∞c gewöhnlich nur klein, auch b : 2a : ∞c ist angedeutet. Nun ist zwar meist eine Schiefendfläche ausgedehnt, allein man weiß nicht, ohne vorherige genaue Messung mit dem Reflexionsgoniometer, ob die ausgedehnte P oder x sei. Das Auftreten von r, die dem Feldspath so fremd ist, erinnert an die vorige Gruppe, dagegen trifft man statt y dort hier stets x.

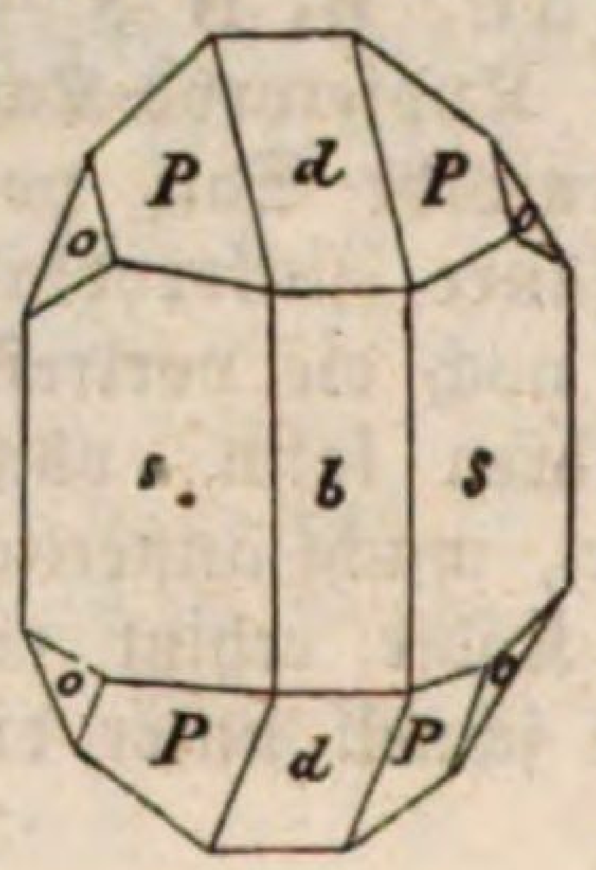


Für die äußerliche Orientirung in die Form ist es unter solchen Umständen ganz gleichgültig, ob man sich die Krystalle 2gliedrig, oder 2 + 1gliedrig denken wolle. Selbst die Axenzeichen bleiben die gleichen, es fällt blos der Unterschied zwischen vorn und hinten weg. Solche Beispiele weisen aber auch evident genug nach, wie unzweckmäßig die Mohsische und Naumannsche Bezeichnung sein muß, wenn es auf einmal beliebt, von der Fläche P oder x eine zur Endfläche zu nehmen: so bequem es auch vielen Krystallographen beim ersten Anblick scheinen mag.

7. Unterschwefelsaures Natron.

$\dot{N}a \, \dddot{S}$ + 2 $\dot{H}$. Isomorph mit unterschwefelsaurem Silberoxyd. Schon Dr. Heeren hat sie untersucht und beschrieben (Pogg. Ann. 7. 76). Es

sind zweigliedrige wasserhelle Krystalle, die den klarsten Bergkrystallen gleichkommen. Ihre Luftbeständigkeit ist groß. Ich behandle schon seit mehr als 10 Jahren solche ganz wie Minerale, demonstrire daran in den Vorlesungen, so daß derartige Sachen vollständigen Ersatz für natürliche Krystalle bieten.

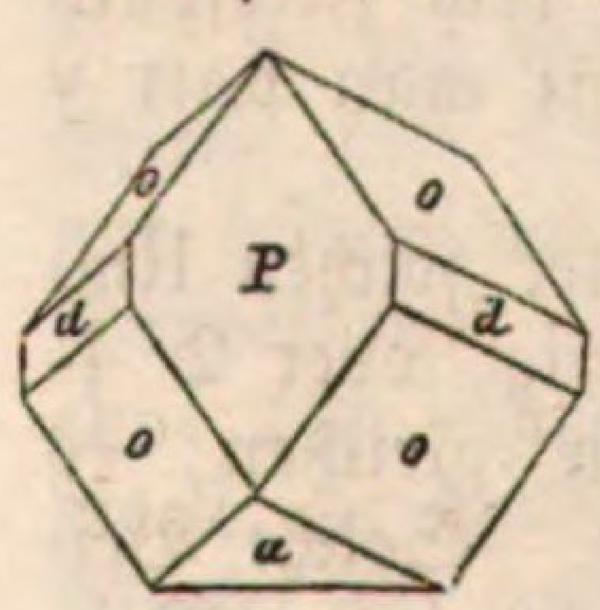


Die geschobene Säule s = a : b : ∞c macht 90° 38′, gleicht daher einer quadratischen, allein der vordere stumpfe Winkel ist stets durch b = a : ∞b : ∞c gerade abgestumpft. Ein Paar d = a : c : ∞b auf die vordere stumpfe Säulenkante aufgesetzt macht 118° in Axe c. In ihrer Diagonalzone liegen zwei Oktaeder : P = a : c : b und darunter o = a : c : $\frac{1}{2}$b. Die Endflächen sind zwar etwas verzogen, aber so constant vorhanden, daß über die Deutung des Systems, auch wenn man die Winkel nicht kennt, kein Zweifel herrschen kann.

Das Unterschwefelsaure Silberoxyd hält sich an der Luft ebenfalls vollkommen, nur daß es am Lichte ein wenig grau anläuft. Es hat eine Fläche a = b : ∞a : ∞c mehr. Das unterschwefelsaure Strontian $\dot{Sr}\,\ddot{\bar{S}} + 4\,\dot{H}$ ist isomorph mit unterschwefelsaurem Kalk. Heeren bekam es in 6gliedrigen Tafeln: ein Dihexaeder a : a : ∞a : c hatte in den Seitenkanten etwa 120°, die Endecke durch c : ∞a : ∞a : ∞a stark abgestumpft. Es werden außerdem noch eine Reihe anderer unterschwefelsaurer Salze beschrieben, die meist aus heißen Lösungen in einem Glaskolben dargestellt wurden, welcher leicht verkorkt in einem Kasten mit Baumwolle umhüllt schon nach 12 Stunden die schönsten Krystalle gab (Pogg. Ann. 7. 71).

8. Salpetersaures Uranoxyd

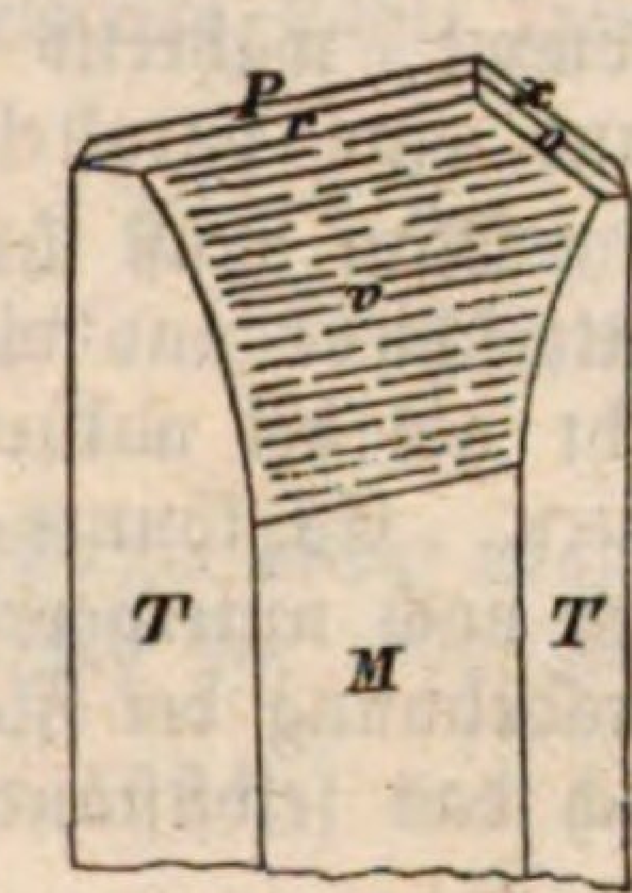
$\ddot{\bar{U}}\,\dddot{\bar{N}} + 6\,\dot{H}$ gibt prachtvolle gelbe an den Kanten ins Grüne schillernde Krystalle. An der Luft überziehen sie sich mit gelbem Ocker, halten sich aber dann. Es sind ausgezeichnete 2gliedrige Dodekaide mit einem Paar abgestumpfter Kanten, doch halbiren sie sich in der Regel mittelst der Ansatzfläche, welche dem blättrigen Bruche P = b : ∞a : ∞c parallel geht. Senkrecht dagegen steht a = a : ∞b : ∞c. Das Oktaeder o = a : b : c bildet Rhomben, deren Kante b : c durch d = b : c : ∞a abgestumpft wird, d/d macht über P in Axe b 62$\frac{1}{2}$°, welchen man leicht mit dem Handgoniometer controliren kann. Es ist natürlich in solchen Fällen meist gleichgültig, welche Axe man als aufrechte c nehmen will. Ich bin Kopp in voriger Bezeichnung gefolgt. Man könnte füglich auch in diesem Falle von der Säule d = a : b : ∞c ausgehen, dann wäre P = b : ∞a : ∞c, da sie die scharfe Säulenkante d/d abstumpft. Fläche a = c : ∞a : ∞b würde zur Gradendfläche, und o behielte ihren Ausdruck.



9. Oxalsaures Chromoxydkali.

$\ddot{\bar{C}}r\,\ddot{O}^3 + 3\,\dot{K}\,\ddot{O} + 6\,\dot{H}$. Dieses Doppelsalz bildet den Ausgangspunkt einer ganzen Reihe, worin die Base Chromoxyd durch Eisenoxyd

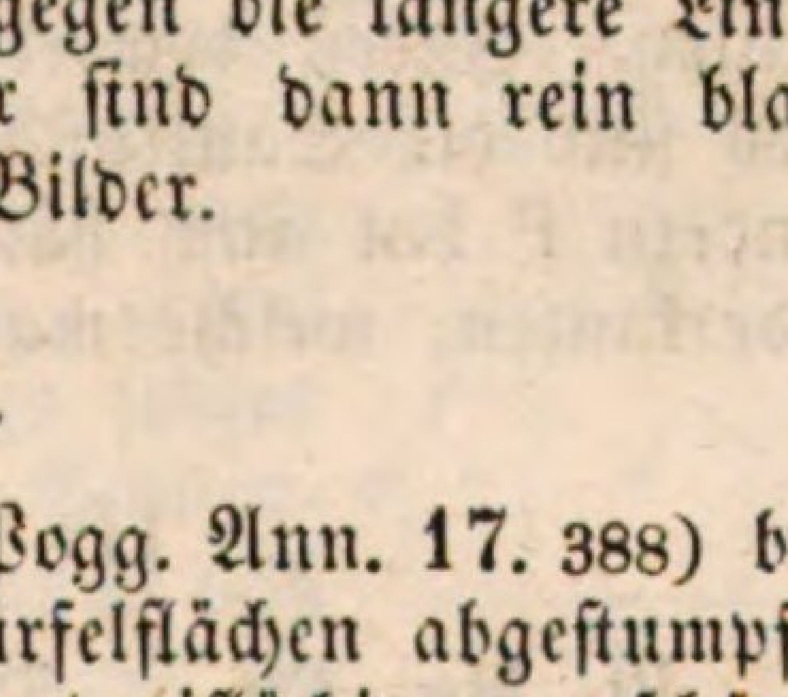
oder Thonerde, und das Kali durch Ammoniak vertreten werden kann. Die nadelförmigen Krystalle sind 2 + 1gliedrig. Eine geschobene Säule T = a : b : ∞c macht vorn 70°, ihre stumpfe Kante ist durch M = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft. Am vordern Ende herrscht die Schiefendfläche P = a : c : ∞b 70° gegen Axe c geneigt. Die hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b macht einen kleinern Winkel. Augitpaare o = a′ : c : $\frac{1}{2}$b und r = a : c : $\frac{1}{2}$b kommen zwar vorn und hinten vor, allein meist nur einseitig. Die allereigenthümlichsten Flächen bilden jedoch die bauchigen Paare v = a : c : $\frac{1}{x}$b, wo x eine sehr große Zahl ist. Dieselbe verschwimmt so gleichartig mit M, daß man ihr kaum einen festen Ausdruck wird geben dürfen. Für die Orientirung ist sie außerordentlich wichtig und macht, daß die Krystalle an ihrem Oberende schneidig und dünn werden. Das liefert wieder für ihr interessantes optisches Verhalten eine willkommene Bequemlichkeit (Pogg. Ann. 76. 107).



Die Krystalle sehen nämlich im reflektirten Lichte ganz dunkel schwarzgrün aus und haben wenig Durchscheinenheit. Auch das Pulver bleibt Berggrün. Im durchfallenden Licht nehmen sie dagegen ein brennendes Lasurblau an, wie die schönste Kupferlasur. Bei der geringen Durchscheinenheit sieht man den Farbenwechsel jedoch nur an den Kanten, und besonders quer durch das Augitpaar v, weil an dieser Stelle die Krystalle am dünnsten sind. Im Dichroskop bekommt man ein blaues und grünes Bild: rein blau ist dasjenige, was parallel der Axe c schwingt, also bei aufrechter Axe c das extraordinäre, bei horizontaler das ordinäre; das grüne schwingt senkrecht gegen Axe c, es spielt stark in das Smaragdgrün besonders an der untern Kante, dazwischen liegen rothe Streifen und Flecken, welche bei kleinen Drehungen lebhafter hervortreten. Und dieser Gegensatz der farbigen Bilder schwindet gänzlich in der Zwischenstellung, d. h. sobald die Axe c 45° gegen die längere Linie des Lichtoblongums macht pag. 110. Beide Bilder sind dann rein blau nur etwas blasser, als das Blau der differenten Bilder.

10. Chlorsaures Natron.

$\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Cl}}$ isomorph mit $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\mathrm{Br}}$. Mitscherlich (Pogg. Ann. 17. 388) bekam sie in Tetraedern, deren Kanten durch die Würfelflächen abgestumpft, und deren Ecken durch die Granatoederflächen je dreiflächig zugeschärft waren. Würfel und Granatoeder müssen ja bei allen hemiedrischen Systemen vollflächig auftreten. Rammelsberg (Pogg. Ann. 90. 15) beschreibt einfache Würfel ohne weitere Flächen. Dann aber fanden sich auch Würfel w, woran die abwechselnden Ecken durch das Tetraeder o abgestumpft waren, und neben diesem Tetraeder zeigten sich noch einseitige Abstumpfungsflächen der Würfelkanten durch eine Fläche, die gegen die anliegenden Würfelflächen sich unter 116° 20′ und 153° 20′ neigte. Da nun das



Pyritoeder $p = 2a : a : \infty a$ mit den Würfelflächen 116° 34′ und 153° 26′ machen muß, so konnte das keine andere Fläche sein. Zwar kam in den schief abgestumpften Würfelkanten noch eine zweite Fläche zuweilen vor, allein diese neigte sich 135° gegen w, mußte also dem Granatoeder angehören. Rammelsberg fährt nun fort:

„Die Beobachtung des Pentagondodecaëders an einer künstlichen Ver„bindung ist zwar an sich nicht neu (pag. 434) aber deswegen besonders in„teressant, weil diese Form hier in Combination mit dem Tetraeder vor„kommt, während man bisher niemals eine geneigtflächige (tetraedrische) „und eine parallelflächige (pyritoedrische) Form zusammengefunden hat."

Man muß übrigens bei künstlichen Salzen, wo die physikalischen Unterschiede und die gleichmäßige Ausbildung der Flächen nicht so regelrecht als bei natürlichen aufzutreten pflegen, sich vor schnellen Schlüssen hüten. Es könnte leicht sein, daß die andere Pyritoedrische Hälfte sich doch noch untergeordnet zeigte. Es kommt in solchen Fällen auch auf die Ausdehnung der Flächen an: bei einem ächten Pyritoedrischen System soll auch das selbstständige Pyritoeder nicht fehlen!

Chlorsaures Kali $\dot{K}a\,\dddot{C}l$, welches fabrikmäßig dargestellt wird, weil es zu den allbekannten Zündhölzern dient, sollte isomorph mit chlorsaurem Natron sein. Allein seine luftbeständigen Tafeln gehören dem 2 + 1gliedrigen Systeme an, haben jedoch mit Rhomboedern so auffallende Aehnlichkeit, daß sie einen vortrefflichen Beweis liefern, wie nahe überhaupt beide Systeme einander werden können. Nach Miller (Pogg. Ann. 55. 631) bilden die niedrigen Hendyoeder eine geschobene Säule $T = a : b : \infty c$ von 104° in der vordern Säulenkante, und die Schiefendfläche $P = a : c : \infty b$ macht 105° 30′ in der vordern Kante P/T, so daß sie von der Säulenkante nur 1° 30′ abweichen, was das bloße Auge nicht unterscheidet. Dazu kommt noch, daß alle drei Flächen blättrig sind. Kopp erwähnt auch Zwillinge, welche P gemein haben und umgekehrt liegen, auch dieses ist dem Rhomboedrischen Zwillingsgesetz analog. Indeß bemerkt doch schon das bloße Auge Unterschiede: nicht blos sind die Säulenflächen häufig klein und die P tafelartig ausgedehnt, sondern P hat auch häufig eine federartige Streifung parallel den Hendyoederkanten, welche man auf T vergeblich sucht.

11. Magnesium Platin Cyanür.

$Pt_5\,Mg_6\,Cy_{11}$. Dies ist das prachtvoll grünschillernde rothe Salz, was zu dichroscopischen Untersuchungen sich vor allem trefflich eignet, Haidinger Pogg. Ann. 68. 302. Dasselbe ist luftbeständig, und verändert sich jahrelang in offenen Kapseln aufbewahrt nicht. Die Krystallisation bildet quadratische Säulen mit Gradendfläche. Die Säulenflächen zeigen im reflectirten Licht einen grünen metallischen Schimmer, die Gradendfläche hat dagegen diesen Schiller nicht, sondern ihre rothe Farbe nimmt blos im reflectirten Lichte einen starken Stich in's Blau an, im durchfallenden verschwindet der Schiller und das Blau gänzlich, die Farbe ist hochroth. Im Dichroscop bekommt man bei aufrechter oder horizontaler Axenstellung von c stets ein schillerndes Bild: das schillernde schwingt parallel der Axe

c, das nicht schillernde senkrecht darauf. Schief gegen die Endfläche des schillernden Bildes gesehen, nimmt dieselbe eine prachtvolle Schattirung von Blau an. Nur wenn ich senkrecht gegen die Gradendfläche sehe, sind beide Bilder gleich. Es bilden diese Salze die schönsten Beispiele für physikalische Flächendifferenz.

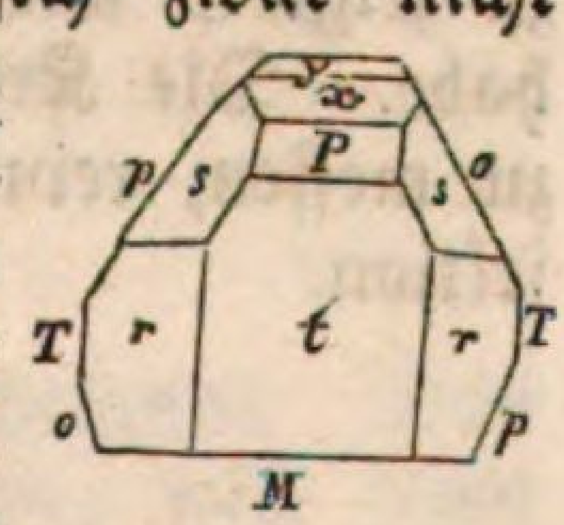
Sehr ähnlich ist das einfachere Salz $Pt\,\bar{C}y + Mg\,\bar{C}y$ von hochmorgenrother Farbe wie das bekannte doppeltchromsaure Blei. Es scheint zweigliedrig: geschobene Säulen von 127° 40′, deren scharfe Kanten gerade abgestumpft werden. Die Seitenflächen sehen im reflektirten Lichte lasurblau aus.

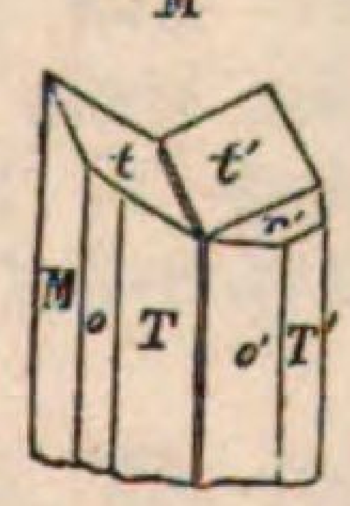
Kalium-Platin-Cyanür $K\,\bar{C}y + Pt\,\bar{C}y + 3\,\dot{H}$ ist gelb durchsichtig, schillert aber im reflektirten Licht blau. Die Säulen mit Gradendfläche werden auch quadratisch beschrieben (Pogg. Ann. 71. 324).

Baryum-Platin-Cyanür $Pt_5\,Ba_6\,\bar{C}y_{11}$ mit Wasser bildet prachtvolle schwefelgelbe Krystalle mit einem bläulichen Schiller im reflektirten Lichte. Scheint 2 + 1gliedrig zu sein.

12. Doppeltchromsaures Kali.

$\dot{K}a\,\dddot{C}r^2$. Jenes prachtvolle morgenrothe Salz, was fabrikmäßig aus dem Chromeisenstein dargestellt wird, und die Quelle aller übrigen Chromverbindungen abgibt. Das System ist 1 + 1gliedrig, aber von ganz besonderm Interesse wegen seiner Verwandtschaft mit Cyanitkrystallisation pag. 237. Die meisten Krystalle sind Zwillinge, und zwar nach dem dritten Cyanitzwillingsgesetz pag. 238: sie haben nämlich trotz der Eingliedrigkeit alle Flächen der Säule M T o gemein, nur ihre Enden liegen umgekehrt. Man kommt zu dieser Stellung, wenn man das eine Individuum 180° gegen das andere um die Kante M/T dreht. Der 1ste Blätterbruch M läßt sich leicht an seinem Perlmutterglanz erkennen, nach ihm werden die Krystalle meist tafelartig, und sein ebener Winkel ist fast ein Rechter. Der 2te Blätterbruch T schneidet ihn unter 98° = M/T. Der 3te Blätterbruch P gibt sich zwar nicht immer durch eine Krystallfläche zu erkennen, allein man kann auch nach ihm die Krystalle leicht zerbrechen, zumal da er den kürzesten Dimensionen der Individuen zu folgen pflegt: P/M = 84°, P/T = 91½. Der scharfe Säulenwinkel M/T wird durch o abgestumpft, und zwar macht o/M 114½°, folglich o/T 149½°. Ausnahmsweise wird auch die stumpfe Säulenkante M/T durch p abgestumpft. Am Ende herrscht meist die Fläche t mit 67° gegen den hintern Blätterbruch M, sie stumpft die scharfe Kante der Blätterbrüche P/M ab, während die stumpfe hinten durch zweierlei Fläche x und y abgestumpft wird, was die Zwillinge leicht erkennen läßt. In der Diagonalzone von t findet sich links und rechts r, in der ersten Kantenzone hinten dagen s. Würde man o = a : b′ : ∞c, und p = a : b : ∞c, ferner t = a : c : ∞b, P = a′ : c : ∞b setzen, so ist M = a : ∞b : ∞c, T = b : ∞a : ∞c, r = a : ½b : c, s = a′ : c : ½b. Häufig findet man die Flächen r.

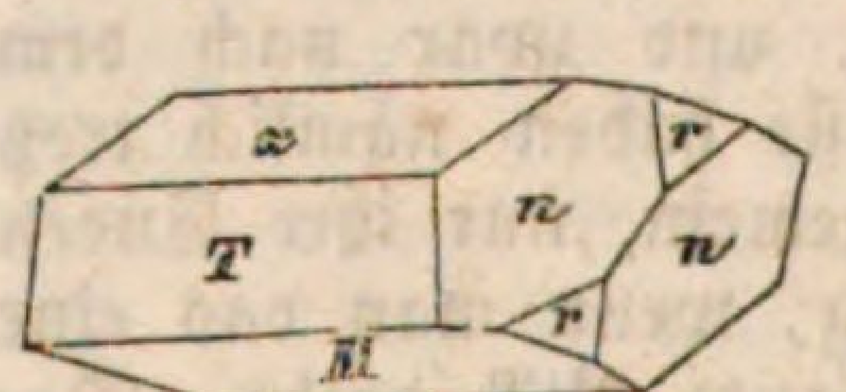




Einfaches Chromsaures Kali $\dot{K}\ddot{C}r$ pag. 438 ist das schöne schwefelgelbe Salz, was nach Mitscherlich mit $\dot{K}\ddot{S}$, $\dot{K}\ddot{S}e$ und schwefelsaurem Ammoniak isomorph ist (Pogg. Ann. 18. 168). Es bildet lange rhombische Säulen a : b : ∞c von 120° 41′, worauf das 2gliedrige Oktaeder a : b : c aufgesetzt ist. Mit besonderer Zierlichkeit zeigt sich vorn ein kleiner matter Rhombus, welcher wechselsweise mit Säule und Oktaeder in Zonen fällt, daher den Ausdruck ½a : c : ∞b hat.

13. Oxalsäure $\dddot{C}\dot{H}^3$.

Gewendet 2 + 1gliedrig, wie Epidot pag. 232. Die Krystalle verwittern zwar an freier Luft etwas, zerfallen aber nicht, und da man sie leicht von außerordentlicher Schönheit bekommt, so sind sie ein willkommenes Beispiel für jenes von Hr. Prof. Weiß so glücklich gelöste verwickelte Krystallsystem. Gewöhnlich bilden sie lange rhomboidische Säulen M/T von etwa 102°, deren scharfe Kante durch x ungefähr gerade abgestumpft wird. T ist deutlich blättrig, und nach M werden die Krystalle oft tafelartig, und diese ist in vielen Fällen auch nicht rein ausgebildet. Am Ende herrscht ein Augitpaar n/n von 117° in der Kante, es ist ziemlich blättrig, aber wird schief auf sämmtliche Säulenflächen aufgesetzt. Wesentlich für die Orientirung ist öfter noch ein kleines Flächenpaar r, welches die n in Rhomben verwandelt, woraus folgt, daß n n r r T x ein Dodekaid bilden. Nimmt man schiefe Axen, so kann man dann schreiben: n = a : b : ∞c vorn eine scharfe Säule von 63° bildend. Dazu bildet die blättrige T = a : b : ∞c die Schiefendfläche, die häufig verschwindende x = a′ : c : ∞b die hintere Gegenfläche, r = b : c : ∞a ein Paar auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzt. Da nun ferner M in Zone T/x und r/r liegt, so muß M = c : ∞a : ∞b sein, obwohl man die Zone r/r selten gut beobachten kann.



So genügt ein einziger Blick zur vollkommenen Orientirung. Ich breche hier mit den Beispielen ab, da es nur mein Zweck war, die Art zu zeigen, wie man solche scheinbar oft schwierige Sachen zu behandeln habe. Die Krystalle können erkannt werden, oft ohne nur einen Winkel zu messen, rein nach den Gesetzen der Zonenlehre an der Hand der Projektion.

Dritte Classe.

Gediegene Metalle.

Man stelle zu dieser nicht eben umfangreichen Klasse alle Stoffe, die sich in der Natur frei, d. h. chemisch unverbunden, vorfinden. Es hat das immerhin ein besoderes Interesse, wenn gleich eigentlich dahin nur die Metalle gehören, die sich durch ihr hohes Gewicht, ihre Metallfarbe und ihren Metallglanz auszeichnen. Letztere zerfallen in

edle und unedle.

Die edlen Metalle Gold, Silber, Platin rosten nicht, weil sie nur ungern chemische Verbindungen eingehen, oder wenn sie solche eingegangen sind, sich leicht wieder scheiden lassen. Sie besitzen dabei einen hohen Grad von Dehnbarkeit.

Die unedlen Metalle gehen zwar leicht Verbindungen ein, sind sie aber einmal isolirt, so leisten sie den atmosphärischen Einflüssen Widerstand. Einige derselben, wie Kupfer, Eisen, Blei, Zinn (Cadmium, Nickel, Kobalt, Zink), sind noch geschmeidig und dehnbar; andere, wie Antimon, Arsenik, Tellur, Wismuth, spröde, aber leicht schmelz- und verdampfbar.

Viele Metalle haben die bemerkenswerthe Eigenschaft, sich in allen Verhältnissen mit einander mischen (legiren) zu lassen. Die Legirungen nehmen auffallende Eigenschaften an, die häufig ihren technischen Werth erhöhen.

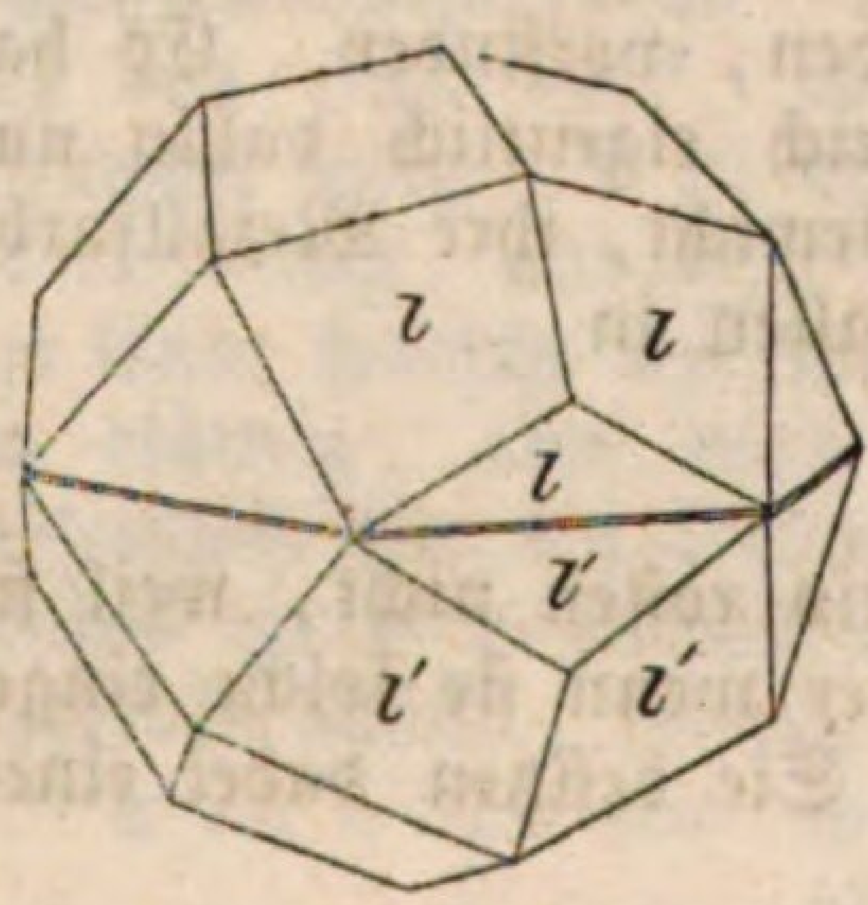
1. Gold.

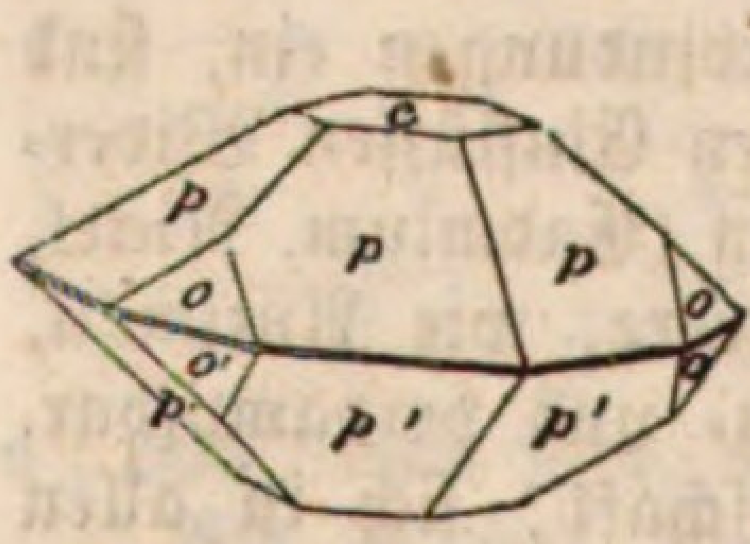
Der König der Metalle, und den ältesten Völkern bekannt. Das lateinische *Aurum* erinnert an das hebräische Wort Or Licht, weil seine Farbe und Glanz mit der Sonne (☉) verglichen wird, dem alten alchemistischen Zeichen. Nach der Edda sind die Menschen zuerst in Hader gerathen, als sie Gullweig (Goldmaterie) gruben, und in der hohen Halle brannten.

Reguläres Krystallsystem (G. Rose Pogg. Ann. 23. 166), wie Silber und Kupfer, aber die Formen meist nicht recht scharfkantig. Oktaeder o, Würfel h und Granatoeder d kommen gut ausgebildet vor. Californische Oktaeder erreichen 10 Linien Durchmesser, Silliman Amer. Journ. 2 ser. X. 102! Hauy's Cristaux triformes von Matto Grosso zeigen alle drei Körper im Gleichgewicht, ob sie gleich auch nach einer Würfel-

fläche tafelartig werden. G. Rose führt aus dem Waschgolde vom Ural selbstständige Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ an, Dufrénoy von der Provinz Goyaz in Brasilien, wo nach ihm auch das Leucitoeder $a : a : \frac{1}{2}a$ vorkommen soll, gewöhnlicher ist aber das Leucitoid $a : a : \frac{1}{3}a$. Ja an einem uralischen Krystalle finden sich an einem Oktaeder neben untergeordneter Granatoeder und Würfelfläche, das Leucitoid $a : a : \frac{1}{3}a$, und zwei 48flächner, wovon einer $a : \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a$ gut meßbar war, der andere vielleicht $3a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{3}a$ sein könnte, dessen eine Kante $c : \frac{3}{2}d$ durch das Leucitoid $a : a : \frac{1}{3}a$ gerade abgestumpft würde. Am bekanntesten in Deutschland sind die kleinen blaßfarbigen rauhflächigen Krystalle von Vöröspatak in Siebenbürgen, meist Oktaeder mit Würfel, woran aber auch der Pyramidenwürfel und das Leucitoid nicht fehlt. Besonders schön trifft man in dieser Gegend

Zwillinge, sie haben wie immer die Oktaederfläche gemein, und liegen umgekehrt: schön am selbstständigen Leucitoide $l = a : a : \frac{1}{3}a$ von Vöröspalak, deren Zwillingsgränze oft sehr regelmäßig durch die Mitte des Individuums geht. Beim Pyramidenwürfel $p = a : \frac{1}{2}a : \infty a$, dessen sämmtliche Kanten 143° 8′ messen (pag. 62), kann sich die Zwillingsgruppe so verkürzen, daß ein förmliches Dihexaeder entsteht, und da die Zwillingsgränze sich bis zur Unkenntlichkeit verwischt, entsteht leicht Täuschung. Gewöhnlich tritt das Oktaeder untergeordnet hinzu, und gibt man dem Pyramidenwürfel das Zeichen $p = a : a : \infty a : c$, so bildet die Oktaederfläche der Zwillingsgränze die Gradendfläche $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$, während die drei andern einem Rhomboederzwilling $o = \frac{1}{2}a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{2}a : c$ angehören würden, wie die Projektion pag. 80 sogleich ergibt. Zu Britza ist sogar ein Fünfling vorgekommen, indem sich 5 Oktaeder wie beim Binarkies mit ihrem scharfen Säulenwinkel von 70° 32′ im Kreise an einander legten, sämmtliche Individuen hatten daher in der Gradendfläche eine Granatoederfläche gemein, nur zwischen dem ersten und fünften Individuum mußte eine Lücke von 7° 20′ bleiben, die sich ausfüllte.





Diese Herrlichkeiten findet man freilich nur in großen Sammlungen, aber schon das Wissen um das Gesetz erfreut, und wir würden es vielleicht nicht kennen, wenn nicht der Werth des Goldes auch auf das Suchen solcher Dinge seine Macht ausgeübt hätte. Gewöhnlich kommt dieß edle Metall in Blechen, in draht- und zahnförmigen, seltener in dendritischen Gestalten vor. Ja im Sande wird es meist in Körnern und Flittern gefunden.

Goldgelb, in dünnen Lamellen aber grün durchscheinend (Newton), wie das ächte Blattgold zeigt, auch geschmolzen hat es einen grünlichen Lichtschein. Das Ungarische Gold ist messinggelb, und je mehr es in der Natur Silber enthält, desto bleicher wird seine Farbe.

Härte 2—3, geschmeidig, mit glänzendem Strich und größter Dehnbarkeit. Einen Dukaten kann man zu 20 Quadratfuß ausschlagen, feines

Blattgold ist nur $\frac{1}{200000}$ Zoll dick, auf vergoldetem Silberdraht kann man es bis auf ein zwölfmilliontel Zoll bringen! Ja schneidet man eine vergoldete Silbermünze durch, so scheint sie auch auf der Schnittfläche vergoldet, indem selbst das schärfste Messer eine Goldhaut darüber zieht.

Das Gewicht wechselt in der Natur je nach dem Grade der Reinheit zwischen 12—19. G. Rose Pogg. Ann. 73. 6 fand das geschmolzene Gold 19,28 und das gestempelte 19,33.

Vor dem Löthrohr läßt sich das natürliche Gold nicht sonderlich schwer zu einer Kugel schmelzen, obgleich das reine Gold erst bei 1200° C. fließt. Das reine Gold in Salpetersalzsäure (Königswasser) löslich, indem sich Goldchlorid bildet, was Nägel und Haut purpurroth färbt, aber schon am Lichte scheidet sich wieder metallisches Gold aus, namentlich entzieht ihm auch Eisenvitriol das Chlor, es werden $6\,\dot{F}e\,\dddot{S} + Au\,Cl^3 + \dot{H}^3$ zu $3\,\dddot{\overline{F}e}\,\dddot{S} + 3\,\dot{H}\,Cl + 3\,\dddot{S} + 2\,Au$, indem die 3 Oxygen des Wassers die $6\,\dot{F}e$ zu $3\,\dddot{\overline{F}e}$ machen. Gold färbt das Glas purpurroth.

Das natürliche Gold ist durch Silber in allen Verhältnissen verunreinigt, es wird dadurch lichter, leichter und härter (Pogg. Ann. 23. 161). Unbedeutend ist der Gehalt an Kupfer und Eisen. Das Gold aus dem Goldsande von Schabrowski bei Katharinenburg hielt 98,96 Au, 0,16 Ag, 0,35 Cu, 0,05 Fe. Gewöhnlich beträgt aber das Kupfer bei den Uralischen viel weniger bis 0,02 p. C. Boussingault fand 98 Au, 2 Ag von Bucaramanga in Südamerika; Kerl 95,48 Au, 3,59 Ag im Australischen; Oswald 93 Au, 6,7 Ag im besten Californischen Golde. Aber von diesem Maximum im Feingoldgehalt scheinen nun alle möglichen Abstufungen vorzukommen, schon Klaproth (Beiträge IV. 1) nannte eine

Electrum mit 64 Au und 36 Ag, es kommt auf Silbergängen bei Schlangenberg am Altai vor, und ist viel blasser, als das goldreichere Metall. Plinius 33. 23 sagt ausdrücklich: omni auro inest argentum vario pondere. Ubicunque quinta argenti portio est, electrum vocatur. Herodot I. 50 heißt es λευκὸς χρυσὸς weißes Gold. Im Golde von Vöröspatak fand G. Rose sogar 38,74 Ag. Das schließt sich dann an das Güldische Silber von Kongsberg an. Schon mit 40 p. C. Silber legirt sieht die Mischung weiß aus. Es fand sich im Alterthum vorzüglich in Gallicien.

Den Silbergehalt des Goldes kann man vor dem Löthrohr mittelst Phosphorsalz prüfen: die Glasperle opalisirt unter der Abkühlung in Folge von aufgenommenem Silberoxyd. Beträgt das Silber nicht über 15 p. C., so kann man aus Blechen mittelst Salpetersalzsäure das Gold lösen; ist jedoch mehr Silber, so umhüllt das entstehende Chlorsilber die Goldtheile, und bewahrt sie vor Lösung. Steigt dagegen das Silber auf 80 p. C., so zieht reine Salpetersäure es vollkommen heraus, das Gold bleibt metallisch zurück. Legirungen von 15—80 p. C. Silber können mit 3 Theilen reinem Blei (geglühtem essigsaurem Blei) zusammengeschmolzen, und dann mit Salpetersäure behandelt werden. Die Praktiker bedienen sich des Probiersteins pag. 178. Sie haben bekannte Legirungen von Silber und Gold (goldene Probiernadeln), machen auf den Stein einen Strich, und können schon aus der Färbung auf den Goldgehalt schließen. Tröpfelt man dann Salpetersäure darauf, so löst diese das Silber, und läßt das Gold zurück.

Das Gold hat so wenig Verwandtschaft zum Sauerstoff, daß man es im Knallgebläse, mit Brenngläsern ꝛc. verdampfen, und im Dampfe Silber vergolden kann.

Die **Goldmacherkunst** (Alchemie) wird seit alter Zeit vergeblich getrieben. Im Mittelalter trachtete man hauptsächlich nach dem **Stein der Weisen**, dem großen **Elixir** oder **Magisterium** (Meisterstück), der die Eigenschaft hatte, schmelzendes Metall in Gold zu verwandeln (Kopp, Geschichte der Chemie). Vielleicht daß die große

Verbreitung des Golds zuerst zu solchen Vermuthungen geführt hat. So enthalten z. B. die Erze des Rammelsberges bei Goslar nach Hausmann in 5,200,000 Theilen 1 Theil Gold, der gewonnen wird, weil er mit dem Silber fällt. Alle alten Silbermünzen enthalten noch Gold, aber seitdem man weiß, daß Silber in concentrirter Schwefelsäure gelöst werden kann, lohnt es sich selbst noch $\frac{1}{2000}$ Gold abzuscheiden, so viel sollen die werthlosen Koburger Sechser enthalten, die in München geschieden werden. Die Kronenthaler haben sogar $\frac{1}{1200}$ Gold enthalten, d. h. 12,000 fl. in der Million fl. (Pogg. Ann. 74. 316). Das Silber schlägt man aus der schwefelsauren Lösung durch Kupferplatten nieder. Die Schwefelkiese auf den Gängen und Lagern von Freiberg haben bis ein 400 Milliontheil Gold; die von Marmato bei la Vega de Supia (Provinz Popayan) nach Boussingault $\frac{1}{3000}$; auch der Arsenikalkies von Reichenstein in Schlesien wurde früher einmal auf Gold ausgebeutet (Abh. Berl. Akad. 1814. 28). Auf der Südseite der Karpathen sind die Breccien der Syenit-Porphyre so vom Golde durchdrungen, „daß jeder Stein auf der Kapelle ein Goldkorn hinterläßt“. Zu Vöröspatak liegt es in dem Karpathensandsteine zerstreut. Hier in dem Ungarisch-Siebenbürgischen Gränzgebirge setzen sich die einzig bekannten Golderze mit Tellur verbunden an: Schrifterz mit 30 Au und Blättererz mit 9 Au. Alles übrige Gold kommt auf ursprünglicher Lagerstätte hauptsächlich eingesprengt, in krystallinischen Silikatgesteinen vor, aber so fein vertheilt, daß die Arbeit darauf nicht lohnt. In den Dauphinéer Alpen bei la Gardette hat man es bis 1835 zu wiederholten Malen vergeblich versucht. Am Rathhausberg bei Gastein, am Hainzenberge im Zillerthal ꝛc. ist der Ertrag auch nur unbedeutend. Besonders gern sammelt sich das Gold auf Quarzgängen: so wird es zu Beresow nördlich Katharinenburg, dem einzigen Goldbergbau im Ural, in kleinen Mengen gewonnen. In Ungarn zu Nagyag, Offenbanya, Kremnitz, ist es mehr Erz, als gediegen Gold, was man ausbeutet. Werden nun aber diese goldhaltigen Gesteine zertrümmert, wie das zur Diluvialzeit vielfach der Fall gewesen sein muß, und wie es jetzt noch durch unsere Flüsse in kleinem Maßstabe geschieht, so wird das schwere Gold ausgewaschen und zurück bleiben, es bilden sich

Goldseifen, lockere Gebirge, die mit Wasser behandelt einen kleinen Theil ihres Goldgehaltes fallen lassen, was in Tüchern oder haarigen Fellen (das goldene Fließ des Jason) aufgefangen wird. So unvollkommen diese Methode auch sein mag, denn im Ural kann man damit höchstens $\frac{1}{25}$ Theil, gewöhnlich nur $\frac{1}{80}$—$\frac{1}{100}$ des ganzen Gehaltes gewinnen, so weiß man doch bis jetzt nichts besseres. Durch Schmelzen ließe sich freilich viel mehr heraus bringen, aber das lohnt die Kosten nicht, da im Durchschnitt der

Uralische Goldsand nur $\frac{1}{1000000}$ enthält. Und das ist erst noch viel. Am Rhein, wo der Mann mit Waschen einen kärglichen Tagelohn verdienen kann, ist er 7—8mal schlechter, es würde sich hier gar nicht lohnen, wenn nicht das Gold mehr in Blättchen, die sich leichter anhängen, vorkäme, als das im Ural der Fall ist. Im Ural und in den meisten goldreichen Gegenden sind es vielmehr Körner mit rundlichen Oberflächen und allerlei Unebenheiten. Das russische Riesenstück, welches 1842 in den Goldwäschen bei Miask gefunden wurde, wiegt 88 ℔ russisch, ist 15 Zoll lang, und 10 Zoll hoch, gleicht dem geschmolzenen schnell erkalteten Metall, mit großen wulstigen Unebenheiten, in deren Tiefen Spuren von Krystallisation sichtbar werden. Quarz und Titaneisen sitzt stellenweis daran (Verhandl. Kais. Russ. Mineral. Gesellschaft 1843. pag. 70). Das Museum des Berginstituts bewahrte damals aus dem Ural 236 Goldklumpen von 463 ℔ Schwere und 168,000 Silberrubel Werth! Das größte Stück in Deutschland fand sich im Mühlbach bei Enkirch an der Mosel ohnweit Bernkastel $3\frac{7}{8}$ Loth, und wird im Berliner Museum aufbewahrt (Poggendorf's Ann. 10. 136).

Der Goldwerth ist immer etwas schwankend, je nach dem Gewinn und den politischen Zuständen. Feines Gold war schon zur Zeit des Moses in vielen Centnerschweren Massen das Hauptschmuckwerk beim jüdischen Cultus (2 Moses 38, 24), der Gnadenstuhl und die Cherubim waren aus massivem Gold. David vermachte dem Tempel 3000 Talent Goldes (1 B. Chron. 30, 4), und Salomo holte auf eigenen Schiffen 420 Talente (nach Weston's Berechnung 3 Millionen Pfund Sterling) aus Ophir 1 Kön. 9, 28, und bekam überhaupt in einem Jahr 666 Talente Gold, 1 Kön. 10, 14. Schon zu Plato's Zeit wurde der Werth auf das 12fache des Silbers gesetzt, wie es etwa noch heute in der Türkei ist. Die Römer trieben einen ungeheuern Goldlurus besonders mit Ringen, Plin. 33. 5. Dennoch hatte Cäsar in Gallien so viel erbeutet, daß es plötzlich nur $7\frac{1}{2}$mal theurer als Silber wurde, während es unter Justinian wieder auf 22 stieg. Zu unsern Zeiten schwankt die Goldwährung zwischen 14—15, d. h. $14\frac{1}{2}$ ℔ Silber gelten so viel als 1 ℔ Gold, und da das Silber reichlich ein Halbmal so schwer als Gold ist, so haben Goldstücke von gleicher Größe mit Silberstücken ungefähr einen 27fachen Werth. Die feine Mark 360 fl.

Asien war nach alten Angaben das goldreichste Land der Erde, und schon Herodot sagt, daß im Lande der Dardi (Kaschmir) Ameisen größer als Füchse goldhaltigen Sand aus der Erde werfen. Noch heute sind alle Zuflüsse des obern Indus so goldhaltig, daß Ritter (Erdkunde 14. 410) dahin das Land Ophir versetzt. Verschiedene asiatische Völker bedienen sich der rohen Goldkörner als Tauschmittel. Besonders viel Goldstaub liefern die großen Inseln Celebes, Borneo, Sumatra ꝛc. Es scheint bis jetzt noch wenig ausgebeutet, denn ein Fürst von Celebes versprach einem amerikanischen Kaufmann, binnen Jahresfrist eine beliebige Menge in Stücken von 6—12 ℔ zu liefern. In Persien sollen nach den dortigen Sagen die Gräser der hohen Elwend die gemeinsten Metalle in Gold verwandeln. Aehnlichen Reichthum birgt das noch unbekanntere

Afrika. Südlich den Katarakten des Nil, noch südlich von dem alten Meroe (Sennaar), wird das Gold im Strom gefunden, Fazoglo,

Scheibom und das Mondsgebirge ist den Sagen nach so reich, daß Mehmet Ali Expeditionen dorthin ausrüstete. Weiter südlich im Reich Batua sollen Madagaskar gegenüber in der goldreichen Ebene von Manica die Goldkörner aus flacher Erde gegraben werden. Ja ein Theil der Westküste hat von den Kaufleuten den Namen Goldküste erhalten, weil die Mandingo-Neger den Goldstaub aus dem Quelllande des Senegal und Gambia hier absetzen. Man hat daher wohl gemeint, daß Ophir die Küstenländer von Afrika oder des glücklichen Arabien waren. Doch hat die alte Welt in unsern Zeiten nie mehr die Schätze in dem Maße geliefert, wie es im hohen Alterthum der Fall gewesen zu sein scheint. Zwar haben die

Russischen Besitzungen von Nordasien am Ural und Altai in unserm Jahrhundert große Ausbeute geliefert, aber nicht ohne Anstrengung. Der Ural scheint darnach das Land der Scythen Herodots zu sein, wo die einäugigen Arimaspen das Gold unter den Greifen hervorziehen. Noch heute ist es dort ein einträglich Geschäft, den Goldschmuck zu suchen, welchen die alten Tschuden ihren Todten mit ins Grab gaben. Dennoch wurden erst 1819 die Goldwäschen im Ural wieder eröffnet. Die Goldseifen, unsern Lehmbildungen überaus ähnlich, ziehen sich auf der Ostseite des von Nord nach Süd streichenden Gebirges wohl 150 Meilen weit in gerader Linie fort, die größten Stücke kommen im Süden, in der Gegend von Miask (Werchno-Uralsk das südlichste Werk) vor, je weiter nach Nord, desto feiner das Goldkorn. Die Kosten betragen $\frac{2}{3}$ des Goldwerthes. 1843 gewannen Privaten und Krone 1342 Pud im Werth von 16 Mill. Silberrubel (à 1 fl. 50 kr.). 1847 1722 Pud, und von 1819—1851 etwa 18,400 Pud oder 460 Mill. Gulden. Nördlich vom Altai, in den mittlern Flußgebieten des Obi, Tom, Jenissei bis zur Lena, wird das Gold durch Verbrecher gewonnen. 1841 und 42 zogen 350 Expeditionen im Gouvernement Jeneseisk in die Taigas (finstere Wälder) und fanden nichts, solche Mühe kostet das Aufsuchen neuer reicher Lager! Dennoch stieg dort der Goldertrag so schnell, daß er den am Ural bald zu überflügeln drohte, allein schon 1847 erreichte er seinen Höhenpunkt 1396 Pud, 1850 nur noch 1031, 1852 blos 818. 1844 sollen im Gouvern. Jeneseisk 150,000 Bouteillen Champagner getrunken sein! Das gibt uns das beste Bild von den Goldsuchern.

In der **Neuen Welt** war es zuerst Brasilien, was die Goldgier in Aufregung brachte. 1590 sah man beim Sklavenfang Indianische Weiber und Kinder mit Goldblättchen geschmückt und nun drangen ganze Karawanen in die Urwälder, die in den Bächen von St. Paulo pfundschwere Stücke fanden. In Minas Geraes fischten 1680 die Indianer mit goldnen Angelhaken, und noch heute ist daselbst die Stadt Villaricca der Hauptort. Ein schieferiger Quarzfelsen mit Eisenglimmer (Jcutinga) enthält das Gold in Blättchen, die zuweilen $\frac{1}{4}$ Fuß lang werden, aber immer sehr dünn bleiben. Man treibt Versuchsörter in das 60′ mächtige Lager, und leitet Wasser hinein, welches das Gebirge zernagt und Gold auswäscht (Gilbert's Ann. 59. 130). Eine einzige Mine (Gongo-Socco) hat in 12 Jahren den Engländern 20 Millionen Gulden Goldes geliefert. 1785 fand sich bei Bahia ein Goldklumpen von 2560 Pfund im Werth von $1\frac{1}{4}$ Mill. Gulden! Die ganze Cordillere von Chili bis zur

Landenge von Panama liefert theils in Quarzgängen auf Thonschiefer und Gneis, theils in Seifen und im Flußsande viel Gold. In La Paz am Titicacasee stürzte im vorigen Jahrhundert ein Thonschieferfels herab, worin Goldstücke von 50 ℔ steckten, und der Felssturz brachte in wenigen Tagen 80,000 Piaster ein. Erst im Sommer 1852 kam die Bevölkerung Perus in Aufregung, es hatte sich nördlich Lima in der Cerro de Sanu an der Küste von Huacho in Quarzadern des Porphyr ein ungeheurer Reichthum an feinstem Gold gefunden, muß aber bergmännisch gewonnen werden. Wenn aber die Küstenketten so viel Gold bergen, so läßt sich daraus auch der Reichthum weiter nördlich im Schuttlande von Choco wohl erklären. Großes Aufsehen machte in unsern Tagen der Goldreichthum von

Californien. Schon lange war der Goldreichthum des nördlichen Mexiko's bekannt, denn in den Gruben von Villa pondo enthält nach Humboldt der thonige Schlamm der Goldgänge eine solche Menge unsichtbarer Goldtheilchen, daß die nackt arbeitenden Grubenleute nach gethaner Arbeit gezwungen sind, sich in großen Gefäßen zu baden, damit der kostbare Staub ihres Leibes nicht verloren gehe. In der nördlichen Provinz Sonora entdeckte man 1836 nördlich Arispe am Flusse Gil einen Sand, der täglich 16 ℔ Gold lieferte. Die Arbeiter durchwühlten mit einem Stock den Boden, um die sichtbaren Körner aufzusuchen. Aber was war das gegen den Reichthum am Rio Sacramento in Obercalifornien, wo man im Frühjahr 1848 beim Graben eines Mühlbachs das erste Goldkorn fand, Silliman American. Journ. 1849. 2 ser. VII. 125. Nach 3 Monaten sammelten sich schon 4000 Menschen, von denen der Mann täglich gegen 2000 fl. erbeuten konnte, obgleich nur Nägel, Taschenmesser ꝛc. die rohen Werkzeuge bildeten. Schon im Jahre 1848 sollen 5 Mill. Dollar, 1849 aber 40 Mill., 1850 50 Mill. 1851 56 Mill. ausgeführt sein. Genaue Angaben sind bei der Gewinnungsart nicht möglich. Doch scheint die Furcht, als würde das Gold plötzlich entwerthet, auch dießmal nicht begründet. Die Vereinigten Staaten haben außerdem im Osten längs des Alleghani-Gebirges in Virginien, Nordcarolina über die Westecke von Südcarolina hinweg bis Georgien hinein, auf einer Längenerstreckung von 100 Meilen Goldseifen und Goldgänge auf Quarz im Talkschiefer. Beim Graben von Brunnen sind in Nordcarolina Stücke bis 53 ℔ schwer gefunden worden. Endlich wurde auch in

Australien (Athenaeum 1849. Nro. 1132) im Gebirge des Bathurst-Distriktes westlich von Sydnei das Gold von einem Schäfer in solcher Menge entdeckt, daß es noch Californien in Schatten zu stellen droht. In der Victoria-Colonie fand sich bereits ein Goldklumpen von 11″ Engl. Länge und 5″ Breite im Werth von 5500 Dollar (Leonhard's Jahrb. 1853. 72), bei Bathurst von 106 ℔ und 48,000 fl. Werth! 1852 sollen in der Provinz Sidney und Victoria für 75 Mill. Gulden gewonnen sein. Clarke (Silliman's Amer. Journ. XIII. 118) macht darauf aufmerksam, daß das Australische Gold genau im Meridian von 149° östlich Greenwich liege, während 90° westlich davon das Uralische und 90° östlich das Californische sich aufgehäuft habe. Auch Neu-Seeland und Van Dimensland führen Goldseifen. Arm sind dagegen unsere

Europäischen Länder, aber vielleicht nur, weil die Ausbeute schon längst gemacht wurde. So spricht Plinius 33. 21 von einem Goldreichthum Spaniens, ganze Berge wurden in Gallicien, Lusitanien und Asturien mit Feuer und Wasser zerstört, heute ist Gold dort unbekannt. In Italien verbot ein Gesetz, daß nicht mehr als 5000 Arbeiter aufgestellt werden dürften. In Frankreich werden die Ariège in den östlichen Pyrenäen, die obere Garonne bei St. Beat, der Gardon in den Sevennen, die Rhone ꝛc. als goldführend zum Theil noch ausgebeutet. In Deutschland gibt der Rhein allein noch eine kleine Ausbeute von Waschgold, bei Wittenweier und Philippsburg, woraus die badische Regierung alljährlich etwa 4000 Ducaten schlägt, obgleich Daubrée ausgerechnet hat, daß zwischen Basel und Mannheim 80 Millionen Gulden im Rheinbett liegen (Bullet. geol. Franc. 1846. 458). Das Gold scheint aus der Molasse zu stammen. Zwar führt auch die Mosel in den Vogesen Gold, aber so wenig, daß ein Tagewerk nur 3 Centimen liefert. Auch in Württemberg hat man es aus dem weißen Keupersandsteine von Sternenfels (Ob. Maulbronn) versucht, Gold zu gewinnen, aber die Kosten konnten nicht gedeckt werden. Isar, Donau, der Diluvialboden bei Bodenmais, der Schwarza-Grund am Thüringer Wald, die Edder im Waldeckischen, alles liefert keine Ausbeute mehr. Vereinzelt steht auf dem Unterharze der Fund von gediegen Gold bei Tilkerode in den Eisenerzen auf der Gränze zwischen Grünstein und Thonschiefer. Nur Oestreich gewinnt in Ungarn und Siebenbürgen jährlich 6—7000 Mark, aber meist aus Erzen. Die Goldproduktion während der 5 Jahre von 1848—53 ergibt einen Werth von 2 Milliarden Franken. Davon kamen im Jahre 1852 etwa 300 Millionen auf die Californischen Wäschereien, 160 Mill. auf Australien, 90 Mill. auf Ural und Altai, und die übrigen 50 Mill. auf sämmtliche andere Länder. Wenn sich das so steigern würde, so müßte es den Goldwerth allerdings herabdrücken. Indeß es ist eine alte Erfahrung, daß die ersten Bearbeitungen der Goldwäschen stets große Ausbeute lieferten, der Gewinn nimmt aber schnell ab, so bald der erste Anlauf auf die reichen Seifen gemacht ist. Die Förderung durch Bergbau hat noch nie übermäßigen Ertrag gebracht.

Man darf aus dieser großen Verbreitung nicht etwa voreilig schließen, daß das Gold in dieser Beziehung sich vor andern Stoffen auszeichne. Nur sein Werth hat zu der Entdeckung geführt, und seine ungeheure Dehnbarkeit in Verbindung mit seinem Glanz macht, daß es wie das Sonnenlicht selbst bis in die Hütte der Armuth dringt (v. Kobell, Skizzen aus dem Steinreiche. 1850. pag. 138), und aller Augen auf sich zieht. Berthollet wies es sogar in der Pflanzenasche nach.

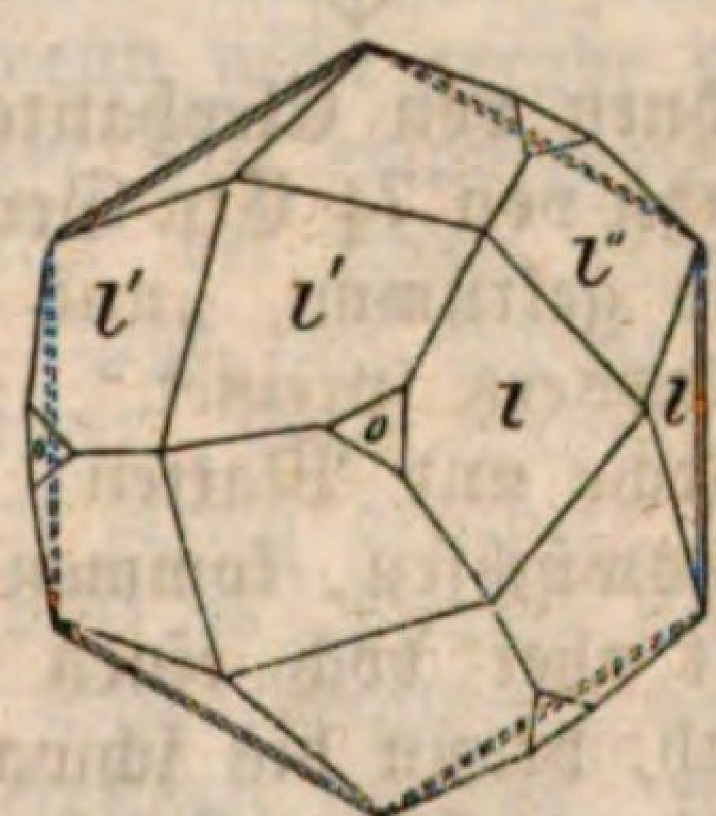
Anwendung. Feines (reines) Gold kann weder zu Münzen, noch zu Geräthschaften angewendet werden, weil es zu weich ist, aber schon $\frac{1}{12}$ Blei macht es glasartig spröde, selbst schon $\frac{1}{2000}$ Wismuth wirkt deutlich ein. Mit Silber und Kupfer bleibt es dagegen geschmeidig. Zu dem Ende theilt man die Mark = 16 Loth in 24 Karat, nimmt man nun z. B. 22 Karat Feingold und mischt dazu 2 Karat Silber, so nennt man solche Legirung 22karätig. Die rothe Karatirung geschieht mit Kupfer, $\frac{1}{7}$ Kupfer gibt die härteste Masse, und die Farbe wird dabei röthlich gelb, also höher, und die Dichtigkeit etwas größer. Die weiße Karati-

rung geschieht mit Silber, aber die Farbe wird blasser, daher ist das nicht gewöhnlich. Am leichtesten schmilzt die gemischte Karatirung mit Kupfer und Silber.

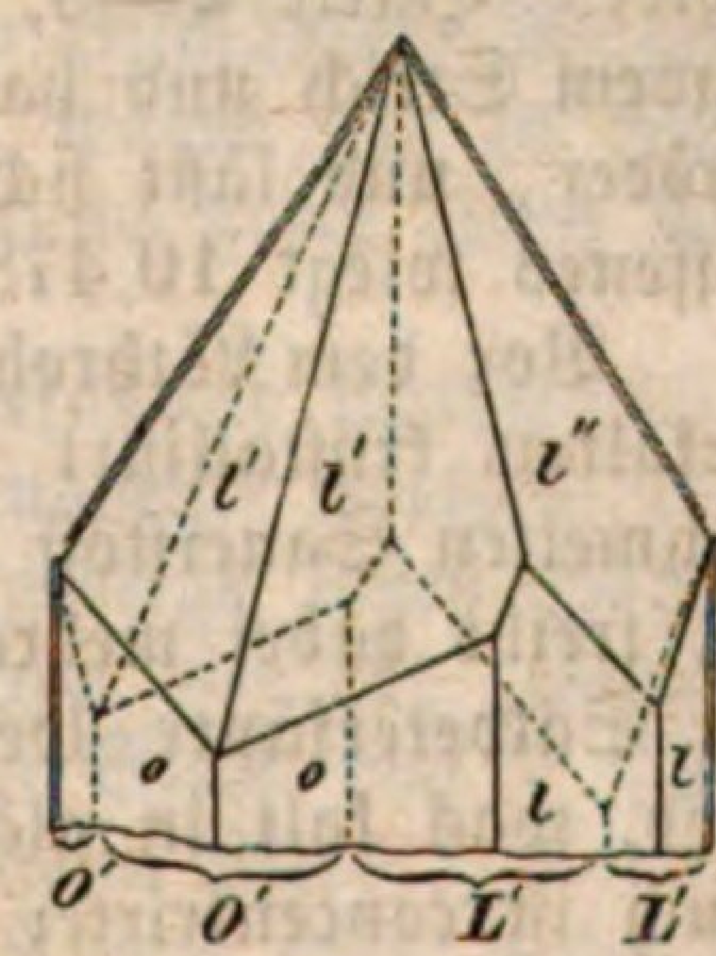
2. Silber.

Schon bei Ulfilas findet man Silubr, bei Ottfried Silabar, lateinisch Argentum, mit dem Zeichen des Mondes ☾, ist aber so lange als Gold gekannt. Native Silver, Argent natif.

Es hat die reguläre Krystallform des Goldes. Würfel, Oktaeder und Granatoeder kommen in Sachsen bis zu $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser vor, namentlich aber auch das Leucitoid $a : a : \frac{1}{3}a$ Pogg. Ann. 64. 533. Naumann gibt noch Pyramidenwürfel $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ und $a : \frac{1}{4}a : \infty a$ bei sächsischen Krystallen an, wo auch das Granatoeder keine seltene Erscheinung ist. Besonders schöne Krystalle sind zu Kongsberg vorgekommen, nebst Zwillingen von einfachen Würfeln und Leucitoiden, wie beim Golde pag. 468.

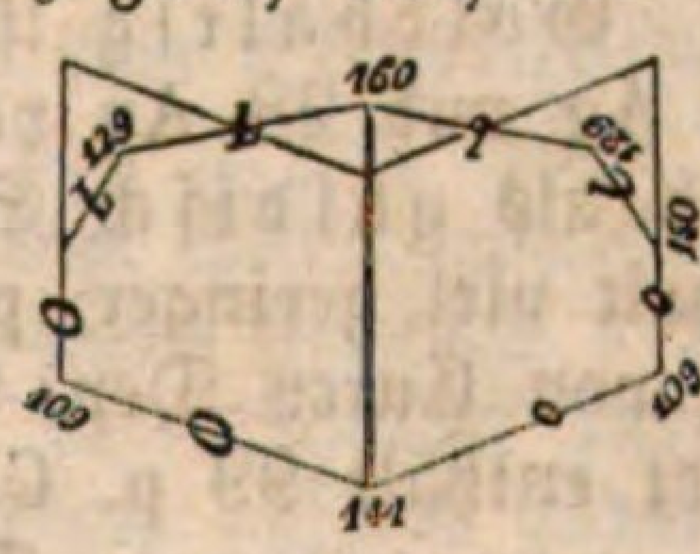


Daselbst dehnen sich zuweilen die Leucitoidzwillinge l, parallel einer Oktaedersäule o/o in zweigliedriger Stellung übermäßig aus. Die Zwillingsebene ist bei unsern Figuren die Ebene des Papiers, und die unbezeichneten Flächen oben sind weggefallen. Von den zweigliedrigen Axen geht die Hauptaxe c der Oktaederkante parallel, und die Nebenaxen liegen in der Granatoederfläche, welche die Endecke gerade abstumpft. Sehen wir zunächst von dem Zwillinge ab, und gehen von dem 2gliedrigen Oktaeder l'l' aus, so ist



$$a : b : c = \frac{3}{4}\sqrt{2} : 3 : \frac{3}{2}\sqrt{2} = \frac{1}{2} : \sqrt{2} : 1,$$

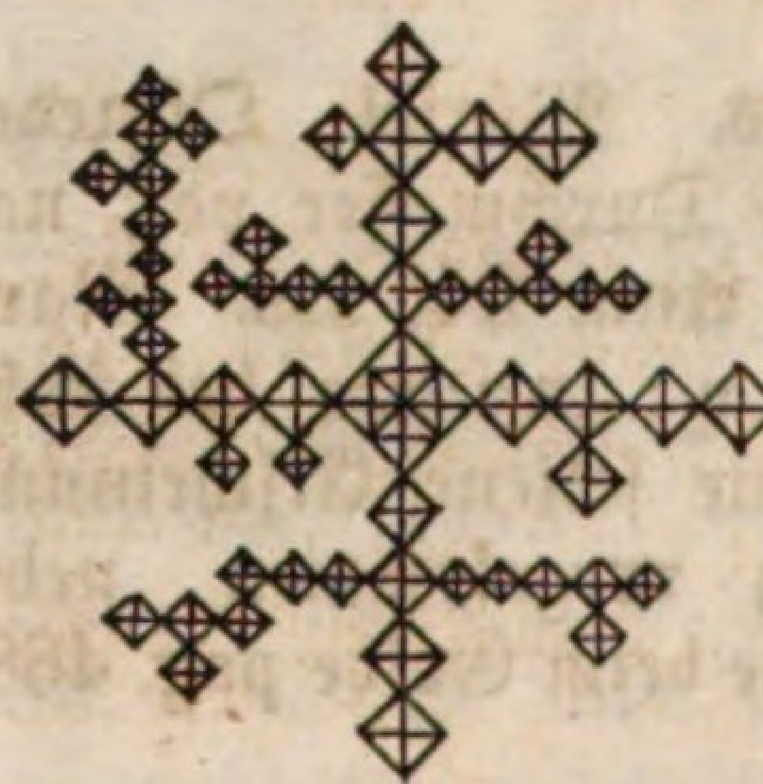
wie sich nach pag. 45 leicht ergibt. Folglich ist auf diese Axen bezogen $l' = a : b : c$, in der vordern Endkante 148° 54'; das Paar $l'' = c : \frac{1}{3}b : \infty a$ schneidet l' unter 117° 2'. Die Oktaederflächen o/o bilden die Säule $o = 2a : b : \infty c$ vorn mit dem Oktaederwinkel 109° 28', deren scharfe Kante das zweite Paar von Leucitoidflächen $l = 6a : b : \infty c$ zuschärft, folglich ist l/l = 129° 31' und l/o = 150° 20½'. Wenn nun diese 2gliedrigen Krystalle einen Zwilling bilden, wie der Fall ist, so haben sie die Säule o gemein, und liegen umgekehrt. Aber dieser Zwilling der zweigliedrigen Stellung ist zugleich auch der der regulären. Beistehende Horinzontal-Projektion der Säulen macht dieß sogleich klar: wo sich l und L in der Zwillingsgränze begegnen, entsteht ein ausspringender Winkel 160° 18'; l/l = L/L sind 129° 31'; o/o = O/O = 109° 28'; o/O = 141° 4', doch kann an dieser Stelle auch der einspringende L/l = 160° 18' sich einstellen.



Keine Krystalle haben so entschiedene Neigung, dendritische Formen zu bilden, als das gediegene Silber, man hat daher den deutschen Namen sogar von Silviger ableiten wollen. Diese Dendriten sind z. B. im Schwer-



spath der Grube Sophie zu Wittichen auf dem Schwarzwalde nichts weiter als ein Proliferiren des Oktaeders nach allen Seiten: es setzt sich immer ein Oktaederchen auf das andere, und jeder Nebenstrahl kann wieder zu einem Hauptstrahl werden. Im Querschnitt (untere Figur) haben daher die Aeste 4 Arme. Aber denke man sich auch noch so viele Verzweigungen, alle schneiden sich in der Richtung der Oktaederaxen unter rechten Winkeln, und das Ganze bildet ein einziges Oktaeder. Anders ist es, wenn die Strahlen sich unter 60° schneiden (Farrenkrautartiges Silber), wie es auch auf der Sophie vorkommt. Dann sind es Zwillingsverzweigungen, wie beim Kupfer, siehe unten.



Sehr ausgezeichnet sind die Haar-, Draht-, und Zahnförmigen Bildungen, besonders schön bei Schneeberg und Kongsberg vorkommend. Die Zahnförmigen sind wegen ihrer Aehnlichkeit mit Stoßzähnen von Elephanten benannt. Zu Kongsberg brach 1834 ein solcher Zahn von $7\frac{1}{4}$ Ctr. Gewicht! Diese äußern Gestalten sind auffallend gedreht und gekrümmt, „und es ist sehr gemein, daß weiß Silber auss gediegen Glasserz spreißet.“ So daß letzteres wahrscheinlich aus ersterm entstand. Bleche und Platten, letztere mit unregelmäßigen Eindrücken und zackigen Auswüchsen, kommen vor. Silberweiß, rein ist es das weißeste Metall, hat aber doch einen Stich ins Gelb und läuft an der Oberfläche gelb, roth, braun bis schwarz an, in Folge einer Aufnahme von Schwefel oder Chlor. Härte 2—3, etwas härter als Gold, geschmeidig mit sehr glänzendem Strich und hakigem Bruch. Durch Hämmern wird es härter und spröder, und läßt sich zu Blattsilber von $\frac{1}{100000}$ Zoll ausdehnen. Gegossenes wiegt 10,478, gehämmertes 10,6.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht zu einer Kugel. Bei langsamem Erkalten krystallisirt es in Oktaedern. Das feine Silber nimmt beim Schmelzen Sauerstoff auf, und gibt diesen beim Erkalten unter Spratzen ab, treibt dabei mehrere Zoll lange Bäumchen, sogar krystallisirt, heraus. In Salpetersäure löst es sich bei der Wärme zu salpetersaurem Silberoxyd, was kalt in glänzenden weißen 2gliedrigen Tafeln sich ausscheidet. Auch in concentrirter Schwefelsäure löst es sich unter Bildung von schweflichter Säure. Salzsäure gibt einen käsigen Niederschlag von Ag Cl, der am Lichte violet und schwarz wird. Ammoniak löst den Niederschlag leicht, indem sich Chlorsilber-Ammoniak bildet.

Goldhaltig ist das meiste Silber, bei Kongsberg kommt eines mit 72 Ag und 28 Au vor, Fordyce Phil. Trans. 1776. 523, man hat es wohl als güldisch Silber unterschieden. Gewöhnlich ist aber der Goldgehalt viel geringer, pag. 469. Kupfer gibt Berthier 10 p. C. neben 90 Ag von Curcy Dep. Calvados an. Das Silber von Johann-Georgenstadt enthält 99 p. C. fein. Außerdem kommt es aber meist

vererzt vor. Diese Silbererze (Gültigerze) brechen auf schmalen Gängen, wie schon Hiob 28, 1 weiß, die seit alter Zeit den Bergbau angeregt haben: Glaserz enthält 87 Ag, Antimonsilber 84 Ag, Hornerz 75,2 Ag, Sprödglaserz 70,4, Polybasit 72, Rothgülden 65, Silberkupfer-

glas 53, Amalgam, Wismuthsilber 60, Tellursilber 61, Selensilber 73, Bromsilber 58, Jodsilber 46, Myargyrit 35,9, Sternbergit 33, Schilfglaserz 24, Silberfahlerz 31,8. Besonders aber sind es die in größern Mengen brechenden Blei- und Kupfererze, welche durch einen kleinen Silbergehalt angereichert werden. Der Hüttenmann hat sich im Abscheiden dieses edlen Metalls eine solche Fertigkeit erworben, daß er weniger als $\frac{1}{10}$ Loth im Centner, also $\frac{1}{32000}$tel, nachweisen kann (Plattner's Probierkunst 37), und zwar mit dem Löthrohr! Da man aber mit dem Löthrohr nicht leicht mehr als 1 Decigramm ($\frac{1}{30}$ Quentchen) bewältigt, so läßt sich weniger als 1 Milliontel Quentchen Silbers nachweisen. Eine Wage reicht da nicht mehr hin, und Harkort kam auf den ingenieusen Gedanken, die kleine abgetriebene Silberkugel zwischen zwei feinen convergenten Linien auf Elfenbein zu messen, was vollkommen gelang. Silber ist sogar in Meerwasser neuerlich nachgewiesen, da Chlorsilber im Salzwasser löslich ist (Pogg. Ann. 79. 480).

Die **Verbreitung** des Silbers ist in Beziehung auf Menge 24mal stärker als die des Goldes. Das edle Metall würde aber in seinen schmalen Gängen lange verborgen geblieben sein, wenn nicht gerade die obersten Teufen, die bis über den Boden in früherer Zeit emporragten, am reichsten wären. So fanden schon die Phönicier bei ihren ersten Fahrten nach Spanien so viel Silber, daß nach der Sage ihre Schiffe es nicht fassen konnten, selbst Anker machten sie aus Silber. Auch Hannibal hat mit spanischem Silber seinen zweiten Punischen Krieg geführt, die Grube Bebulo in Aquitanien lieferte ihm täglich 300 ℔, Plinius hist. nat. 33. 31. In Griechenland waren besonders die Silberbergwerke von Laurion bei Athen berühmt, welche durch Sklaven betrieben wurden. So kam es, daß schon zu Plinius Zeit bei reichen Römern Bildsäulen, Wagen, Bettstellen, Kochgeschirre rc. von gediegenem Silber waren, ja in Rom gab es 500 silberne Becken à 100 ℔, und Drusillanus hatte eines von 550 ℔.

Im Mittelalter ging der Silberbergbau in Deutschland hauptsächlich vom Rammelsberge bei Goslar 960 aus, die Silberausbeute erreichte aber vor der Entdeckung von Amerika im sächsischen Erzgebirge ihren Höhenpunkt. Besonders bei Schneeberg. Schon 1471 wurde hier ein „mächtig Erz" gefunden, 1477 auf der St. Georgenzeche ein Stück von 7 Ellen hoch und 3½ Ellen breit (es war Glaserz mit gediegenem Silber), woraus 400 Centner Silber geschmolzen wurden. Herzog Albert stieg selbst in die Grube hinab, speiste darauf mit seinen Begleitern, und soll nach Agricola Bermannus pag. 693 ausgerufen haben: Fridericus imperator potens et dives est, ejusmodi tamen mensam hodie non habet. Albinus (Meißnische Bergchr. pag. 27) weiß nicht genug von dem Silberreichthum des Schneebergs zu rühmen. Er rechnet uns vor, daß in den ersten 79 Jahren von 1471 bis 1550 über zehn Millionen Centner Silber gewonnen seien. Das scheint nun zwar unmöglich (Bergmännisches Journal 1794. VI. 1, pag. 151), doch entstand in Schneeberg ein so unsinniger Luxus, daß besondere Gesetze dagegen gegeben werden mußten. „Zum anderm, „ist dieses in gemeinen Geschrey, und von vielen alten Gewercken vnd „Bergleuten auffgeschrieben, vnd bericht geschehen, das man in der „blüet des Schnebergischen Bergwercks nicht gnug müntzen können, vnd

„derhalben nicht allein müntze, Sondern auch Silberküchen ausgetheilet, „wie denn auch Mathesius in seiner Sarepta schreibt, daß man auf S. „Georgen auf einmal hundert marck Silbers, vnd 600 fl. auf einen Kucks „ausgetheilet." Ja nicht blos ungemünztes Silber, sondern selbst rohes ungeschmolzenes Erz hat man anfänglich ausgetheilt! Und als Simon Rößler die Werke von S. Marienberg, die 1540 um Trinitatis 113,000 fl. Ausbeute geliefert hatten, vor allen sächsischen Werken rühmt, setzt er hinzu:

Den Schneeberg lassen wir bleiben,
Da brach's gewaltiglich,
Gott thue sein gnad verleihen,
Das es hie auch so bricht.

Auf Neu-Morgenstern kamen Lachterlange Drusen vor, woraus Haarsilber „kübelweis" gewonnen wurde. Silber bleibt in Sachsen überall die neueste Bildung, es sollen in mehreren Revieren Silberzähne sogar über dem Rasen abgehauen sein. Heute ist der Himmelsfürst bei Freiberg die berühmteste Grube.

Der Schwarzwald im Gebiete der Kinzig stand besonders im vorigen Jahrhundert in großem Ruf, Grube Sophia bei Wittichen lieferte dendritisches Silber im Schwerspath, der im verwitterten Granit aufsetzt. Die Grube Anton im Heubachthale hat noch vor wenigen Jahren auf einem Schuß 50 ℔ gediegen Silber geliefert, und als ein Bauer 1845 die verlassene württembergische Grube Dreikönigsstern wieder auszubeuten begann, erschürfte er unter dem Rasen 14 ℔ gediegen Silber. Aber alles bricht nur sporadisch: so brachte auch die Grube Wenzel im Schappacher Thal in ihrer besten Zeit monatlich 24 Ctr. Silber, meist an Antimon und Schwefel gebunden.

Die Ungarischen Werke sind nicht minder silberreich, man rechnet den jährlichen Ertrag gegen 100,000 Mark, während der Harz jetzt nur noch 50,000, und eben so viel Sachsen liefert. In Preußen ist es besonders der „Seegen des Mansfelder Bergbau's", wo bei Eisleben sich gediegen Silber sogar auf den Schuppen der Zechsteinfische niedergeschlagen hat. In Norwegen blüht Kongsberg, was früher sehr herunter gekommen war, und jetzt zu den reichsten Fundorten gediegenen Silbers gehört. In Rußland ist es besonders die Ausbeute bei Schlangenberg am Altai, auffallend arm ist Frankreich und England, so daß man die ganze europäische Ausbeute nebst Sibirien nicht über 300,000 Mark schätzen kann. Die Neue Welt liefert dagegen davon mehr als den zehnfachen Betrag. Vor allem

Mexiko, dasselbe gewann 1803 allein 2,340,000 Mark. Denn obgleich die Gruben seit 1584 Eigenthum des Entdeckers sind, so ist doch die Ausbeute wegen der Abgaben genau controlirt. Ein einziger Gang, die Veta grande bei Zacatecas, lieferte jährlich 172,000 Mark, und doch sind die meist in Quarz eingesprengten Erze so fein vertheilt, daß der Silbergehalt im Durchschnitt nur $\frac{1}{888}$ beträgt, selten enthalten sie $\frac{1}{333}$, und bei $\frac{1}{1111}$ decken sie die Kosten nicht mehr. Aber die Gänge halten gleichmäßig aus, was allein die große Ausbeute erklärlich macht. 1841 wurden 74 Mill. Franken gemünzt, die besonders auf die Distrikte Zatatecas und Guanaruato kommen. Peru liefert 600,000 Mark, die Gruben von Huantayaya, Pasco ꝛc. liegen 12,000′ über dem Meer, wohin Holz

und alle Bedürfnisse nur auf dem Rücken der Saumthiere hingeschafft werden können. Pöppig (Reise Chil. Peru Amazonenst. II. 91) gibt uns ein vortreffliches Bild von der Unvollkommenheit dortiger Gewinnungsart: wie Maulwürfe wühlen die ärmlichen Bewohner in der Oberfläche herum, denn wenn man den kurzen Rasen wegnimmt, so hängen auf Flächen von $\frac{1}{2}$ Quadratlinien überall Glaserz und Haarsilber an den Graswurzeln. Der Reichthum von Potosi ist sprüchwörtlich geworden, wo nach Acosta's Bericht ein Hirt eine 9′ hohe, 13′ breite und 102′ lange Erzmauer entdeckte, die über das Gebirge hinausragte. Und Helm hat daher wohl mit einiger Uebertreibung behauptet, daß wenn der Silberreichthum der Cordillere gehörig ausgebeutet würde, das edle Metall so gemein als Kupfer sein würde. In Chili brechen in der Provinz Copiapo, welche 1850 gegen 335,000 Mark lieferte, die Silbergänge mit Hornerz hervor, darunter folgt erst das gediegene Silber, und tiefer die geschwefelten Erze. Humboldt hat ausgerechnet, daß das Silber der Neuen Welt in 300 Jahren eine Kugel von 63 Fuß Durchmesser gegeben hat. Wunderbar schön sind auch die Klumpen und Knollen gediegenen Silbers, welche mit Kupfer auf der Grube Eagle River am Lake Superior vorkommen und auffallender Weise sich ganz rein vom Kupfer ausscheiden.

Faucher nimmt den Gesammtwerth der Silberproduktion im Jahre 1851 auf 230 Mill. Franken an: Mexiko 133 Mill., Peru 25 Mill., Chile 22 Mill., Spanien 16 Mill., Neu-Granada 12 Mill., Ungarn 7 Mill., Böhmen und Sachsen 5 Mill., Rußland 5 Mill., und das übrige Europa 5 Mill. 1852 soll sich der Betrag auf 250 Mill. gesteigert haben. So daß im Jahre 1852 der Gold- und Silberwerth 850 Mill. betrug. Wenn man dagegen bedenkt, daß die 30 Milliarden, welche das spanische Amerika bis zum Anfange des 19ten Jahrhunderts nach Europa lieferte, schon heute fast gänzlich aus dem Umlauf verschwunden ist, so erklärt das das Stationäre des Werthes hinlänglich.

Der Werth des Silbers ist 24—25 fl. die feine Mark = 16 Loth. Wegen seiner Weiße und großen Politurfähigkeit eignet es sich besonders zu Geräthschaften. Zu dem Ende legirt man es mit Kupfer, wodurch es härter und klingender wird. Es heißt das Löthigkeit. Ist die rauhe Mark 14löthig, wie die Kronenthaler, so hat sie 14 Loth Feinsilber und 2 Loth Kupfer; das zwölflöthige der preußischen Thaler 12 Loth Silber und 4 Loth Kupfer, diese Mischung wird hauptsächlich verarbeitet. Schon dem Newton fiel es auf, daß das Silber dabei so wenig von seiner Farbe verliere. Die östreichischen Zwanzigkreuzerstücke sollen nicht viel über 9-löthig sein, diese nehmen dann bedeutend Roth an, was aber durch Weißsieden im Wasser mit Weinstein und Kochsalz an neuen Münzen nicht sichtbar ist. Das specifische Gewicht fällt niedriger aus, als es nach der Rechnung sein sollte. Zur Prüfung bedient man sich der Probiernadeln: man macht einen Strich auf den Probierstein, und tröpfelt Salzsäure darauf, welche das Kupfer und die unedlen Metalle nimmt, das Silber aber nicht angreift. Merkwürdig ist die Beobachtung, daß 0,0035 Eisen, 0,002 Kobalt und 0,0005 Nickel das Silber so hart machen, daß man es zu Messerklingen und Feilen benützen kann. Pogg. Ann. 88. 176.

3. Quecksilber.

Quicken oder Verquicken heißt der Bergmann das Amalgamiren, ὑδράργυρος, argentum vivum Plinius 33. 32, Mercure, Quiksilver.

Es haftet in kleinen zinnweißen Kugeln meist zwischen Zinnober auf dem Gestein. Dünne Schichten auf Wassertropfen scheinen blau durch mit einem Stich ins Violett. Gewicht 13,54. Bei — 32° R. erstarrt es zu einer wie Blei geschmeidigen Masse, die auf der Haut Brandblasen erregt. Es zieht sich dabei plötzlich zusammen und wiegt 15,6. Die Petersburger Akademiker machten am 25. December 1759 diese merkwürdige Entdeckung. Es soll dann in regulären Oktaedern krystallisiren. Bei 288° R. siedet und verdampft es stark. Von — 32° bis + 80° dehnt es sich vollkommen gleichförmig aus, $1^0 = \frac{1}{4440}$. Reines Quecksilber oxydirt sich nicht an der Luft, allein das verunreinigte bezieht sich mit einer grauen Haut. Von den mechanisch beigemengten Theilen wird es mittelst Pressen durch Leder gereinigt.

Amalgamation. Das Quecksilber löst gediegene Metalle, und da es sich beim Ausglühen verflüchtigt, so bleibt das Metall zurück. Daher ist das Quecksilber für das Ausbringen von Gold und Silber von der höchsten Wichtigkeit. Der gewaschene Goldsand wird mit Quecksilber angequickt. Da das Silber meist vererzt vorkommt, so müssen die Erze mit Salz gemischt werden, damit sich Chlorsilber bilde, dieß geschieht in Amerika nach 2 Monaten an der Luft, in Europa durch Rösten in wenigen Stunden am Feuer. Wird die so beschickte Masse mit Eisen und Wasser behandelt, so bildet sich Chloreisen, Silber wird gediegen ausgeschieden, und kann so vom Quecksilber aufgenommen werden. Zu Potosi wurden von 1570 bis 1830 7000 Mill. Gulden vermünzt, dabei gingen 280 Mill. Pfund Quecksilber im Werthe von 700 Mill. Gulden verloren, die im Schlamme des Pilcomayor liegen. Der Quecksilberverlust beträgt daselbst das anderthalbfache Gewicht des Silbers, 11mal mehr als auf dem Halsbrückner Werk bei Freiberg.

Zinnober mit 86,2 Hg ist das einzig wichtige Quecksilbererz, denn Horn-, Jod- und Selenquecksilber sind nur Seltenheiten. Quecksilberfahlerz von Ungarn und Schwaz 15,6 Hg.

Almaden (22,000 Ctr. jährlich liefernd) in der Sierra Morena, Provinz la Mancha, und Almadenejos (5000 Ctr.) sind die unerschöpflichen Quellen, wo schon 700 Jahre v. Ch. die Griechen ihr Minium (Plinius hist. nat. 33. 37) holten: es sind senkrechte Gänge von Quarz, die 24′—50′ mächtig mit Zinnober erfüllt im Thonschiefergebirge aufsetzen. Idria im Krainschen Kalkgebirge, ein 2800′ langes und 280′ mächtiges gehobenes Lager der Kohlenformation. Eine Quelle soll gediegenes Quecksilber heraus gebracht haben, 1497 trieben schon die Venetianer dort Raubbau. Zu Kaiser Josephs Zeit 1786 lieferten sie an Spanien kontractmäßig jährlich 9000 Ctr. à 98 fl., gegenwärtig soll der Ertrag auf 1500 Ctr. herabgesunken sein. In manchen Bauen kann gediegenes Metall geschöpft werden. Die Rheinpfalz (Stahlberg und Landsberg bei Moschel) liefert uns die besten Quecksilberstufen, der Bergbau schon seit 1410 im Betrieb, aber unzuverläßig. Die Gänge setzen im Kohlengebirge auf, selbst die Steinkohlen und die Fische im Schiefer sind mit Zinnober

bedeckt. 1836 haben die Engländer die meisten Gruben an sich gebracht, der Ertrag war aber auf 130 Ctr. gesunken. Gering der Ertrag von Horzewitz in Böhmen. Huanca Velica in Peru lieferte 1802 an 3300 Ctr. Auch in Californien bei St. Jose ist ein New-Almaden etablirt, Silliman's Amer. Journ. VII. 270, mit einem 42′ mächtigen Zinnoberlager. Auffallend ist das Vorkommen von gediegenem Quecksilber in der Diluvialformation: am Tajo bei Lissabon, und neuerlich im Lehm von Sülbeck bei Lüneburg in bedeutenden Mengen, Hausmann Pogg. Ann. 92. 168.

Amalgam nennt man vorzugsweise die Verbindung mit Quecksilber. Reguläre Krystalle finden sich ausgezeichnet zu Moschel-Landsberg. Es herrscht daran meist das Granatoeder, dessen Kanten das Leucitoeder a : a : ½a gerade abstumpft. Oktaeder und Würfel untergeordnet. Gar nicht selten ist der Pyramidenwürfel a : ½a : ∞a, am seltensten das Pyramidengranatoeder a : ½a : ½a, die Kanten zwischen Granatoeder und Leucitoeder abstumpfend. Man findet oftmals alle diese 6 Körper an einem Krystall, den schon Hauy deßwegen Sextiforme nannte. Es kommen Granatoeder von fast 1 Zoll Größe vor. Ausgezeichnet sind auch die Bleche, welche wie Platinblech aussehen.

Silberweiß, Härte 4, auffallender Weise spröde, erregt auf der Haut ein angenehm schlüpfriges Gefühl. Gewicht 14,1; die Masse muß sich daher stark verdichten, da das Silber nur 10,5, das Quecksilber 13,5 wiegt.

Vor dem Löthrohr entweicht das Quecksilber leicht, es bleibt ein Silberschwamm, der sofort zur Kugel schmilzt. Klaproth Beitr. I. 182 fand 64 Hg und 36 Ag ungefähr der Formel $Ag\ Hg^2$ entsprechend. Mehr Silber kann das Quecksilber nicht aufnehmen, und dieß scheint ein feste Verbindung zu sein, die sich auch bei überschüssigem Quecksilber zuweilen erzeugen soll. Darunter nimmt das Quecksilber das Silber in allen Verhältnissen auf, es wird nur dickflüssiger. Auf der Amalgamationshütte zu Joachimsthal haben sich auch künstliche Krystalle ausgebildet (Leonhard's Jahrb. 1849. 317). Moschellandsberg, Almaden, Szlana in Ungarn.

Arquerit Compt. rend. XIV. 567, Haupterz der reichen Silbergrube Arqueros in Coquimbo, gleicht ganz dem gediegenen Silber in Form, Farbe und Geschmeidigkeit, wurde deshalb lange dafür gehalten, bis Domeyko 13,5 Hg nachwies, was der Formel $Ag^6\ Hg$ entspricht.

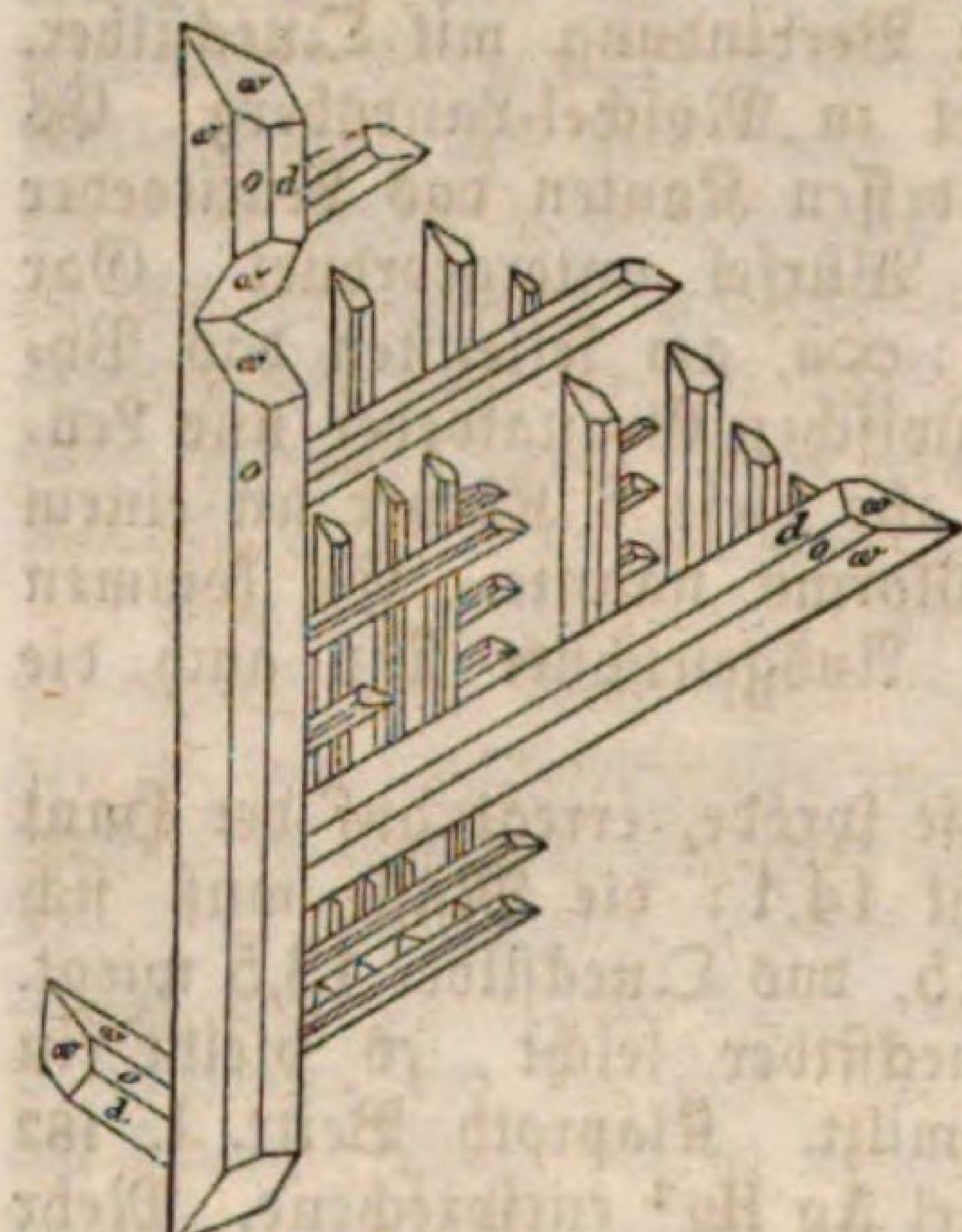
Goldamalgam kommt in kleinen zerdrückbaren Kugeln mit Columbischem Platin vor, und enthält 57,4 Hg, 38,4 Au, 5 Ag.

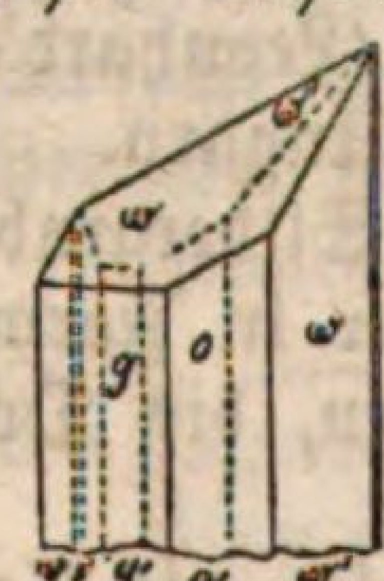
4. Kupfer.

Aes cyprium, das Cyprische Erz Plinius 34, nach der Insel Cypern, wo es schon die Phönicier herholten. *Χαλκός*, bei Agricola 643 schlechthin aes genannt. Cuivre, Copper. Altdeutsch Kuphar.

Regulär wie Gold und Silber in Oktaedern, Würfeln und Granatoedern. Am Lake Superior kommen die prachtvollsten Granatoeder von mehr als Zoll Durchmesser vor, sie übertreffen alles, was man bisher von Formen aus den reichen Kupfergruben von Cornwallis und am Ural kannte. Besonders groß ist die Neigung zu Zwillingen. G. Rose beschreibt von Nischne-Tagilsk den einfachen Zwilling des Leucitoeders a : a : ½a wie beim Silber von Kongsberg und Elektrum von Vöröspatak.

Aber vor allen berühmt wurden durch Pallas (Reise 2. 144) die schönen Krystalle der Turjinschen Gruben bei Bogoslowsk am nördlichen Ural, die G. Rose so trefflich beschrieben hat (Reis. Ural I. 401). Sie liegen im Kalkspath, der durch reine Salzsäure aufgelöst werden kann. Ein Würfel w pflegt daran wenigstens auf einer Seite vorzuherrschen, Oktaeder o und Granatoeder g stumpfen Ecken und Kanten sehr ungleich ab, und hin und wieder sieht man zwischen Granatoeder und Würfel noch eine Pyramidenwürfelfläche, die Rose als a : $\frac{3}{2}$a : ∞a bestimmt, parallel der Würfelkante gestreift spiegelt sie nicht scharf, und sie könnte daher wohl mit den gewöhnlichen beim Gold und Silber bekannten a : $\frac{1}{2}$a : ∞a übereinstimmen. Häufig bilden sie Zwillinge, und solche Zwillinge lagern sich in den schönsten dendritischen Formen an einander, sie werden dabei zwar sehr verzogen, allein sämmtliche Arme schneiden sich unter 60°, wie bei den Schneesternen. Sie müssen daher drei Granatoederflächen mit einander gemein haben, denn Granatoeder kann man in sechsseitigen Sternen an einander reihen, wie die Bienenwaben zeigen. Der ganze Stern bildet also im Grunde genommen ein einziges Zwillingsindividuum, die allen gemeinsame Ebene ist die Oktaederfläche, zugleich die Fläche des Sterns, in welches die Individuen sich gegenseitig um 60° verdrehen. Die Arme des Sternes gehen daher den Oktaederkanten parallel, und in der Zone der Oktaederkante liegen w o d (Würfel, Oktaeder, Granatoder), d läßt sich stets durch die rechten Winkel erkennen, unter welchen sich die Kanten d/o und d/w unter einander schneiden. Schwieriger ist der Beweis, daß es Zwillinge seien: allein man sieht es schon an den Hauptstrahlen, die sich gewöhnlich in schmalen Lamellen erheben. Wenn die Lamellenfläche oberhalb der Sternfläche w ist, so ist sie auch unterhalb w′, w/w′ bilden aber keinen rechten Winkel, sondern den Oktaederwinkel 109° 28′, das kann nur Zwilling sein. Oder wenn man die äußern Endspitzen der Sternarme genau untersucht, so findet man öfter einspringende Winkel von 109° 28′, unter welchen sich die Würfelflächen w/w′ des Zwillings schneiden. Oft findet man aber auch ein scheinbar 2gliedriges Oktaeder ww w′w′ mit Endkantenwinkel w/w = 90° und w/w′ = 109° 28′, was man sogar gut mit dem Anlegegoniometer messen kann. Das ist der Würfelzwilling in zweigliedriger Stellung, woran durch Vergrößerung der Flächen die einspringenden Winkel verschwanden. Es kommen Stücke vor, woran die Unterseite des Sterns ein einfacher viel zerhackter Würfel ist, während die Oberseite sich sternförmig gruppirt.





Zahn-, draht-, haarförmige Gestalten, Bleche und Platten, ganz wie beim Silber.

Kupferroth und Metallglanz, aber meist angelaufen durch Kupfer-

oxydul und Kupferoxyd. Härte 3, an Geschmeidigkeit und Dehnbarkeit das Eisen übertreffend, daher mit hackigem Bruch. Gew. 8,58, bearbeitetes Kupfer 8,89. Nach Berzelius gegossenes 8,83, gewalztes 8,95. Nach Becquerel der beste Leiter der Elektricität, daher Kupferdraht für Telegraphen so wichtig.

Schmelzbarkeit 3, es verflüchtigt sich in gutem Löthrohrfeuer mit grüner Flamme. Größere Kupfermassen spratzen vor dem Erstarren: es bildet sich ein feiner Kupferregen, der kleine Körner mit großer Gewalt umherstreut (Spritzkupfer). Fremde Metalle und Kupferoxydul verhindern das. Die geschmolzene Kugel überzieht sich beim Erkalten mit Kupferoxyd, im schwächern Feuer mit Kupferoxydul. Salpetersäure wirkt schon kalt auf Kupfer, es bildet sich eine himmelblaue Flüssigkeit von $\dot{C}u\,\ddot{\ddot{N}}$. Auch schwächere organische Säuren z. B. Essigsäure wirken, wenn Luft hinzukann, unter Bildung von Grünspan. Man kann daher saure Speisen in blanken Kupfergefäßen kochen, weil der Dampf die Luft nicht zutreten läßt, nur nicht kalt werden lassen. Kupfer lange feuchter Luft ausgesetzt, oder in die Erde verscharrt bedeckt sich mit einem spangrünen Ueberzug von Malachit ($\dot{C}u^2\,\ddot{C} + \dot{H}$), der durch Alter gleichförmiger und dichter wird. Es ist der edle Rost (aerugo nobilis), welcher die Aechtheit alter eherner Waffen beweist.

Das in der Natur vorkommende gediegene Kupfer pflegt nur wenig verunreinigt zu sein. Nicht nur sehr verbreitet in der Asche der Pflanzen und im Blute des Menschen, sondern man findet es auch in viele Centner schweren Massen, und nimmt man dazu noch den Reichthum an Kupfererzen, so wird es erklärlich, wie man in Europa (den Ural miteingerechnet) allein jährlich gegen 500,000 Ctr. gewinnt. Dabei ist es nächst Eisen das passendste Metall für schneidende Geräthschaften: es erscheint in der Kulturgeschichte als der Vorläufer des Eisens. Die Bibel erwähnt schon dritthalbtausend Jahr vor Christi Geburt kupferner Gefässe. Die Phönicier machten aus Legirungen mit Zinn Schneideinstrumente, die Trojanischen Helden kämpften mit ehernen Waffen, die Sabiner hatten kupferne Messer, und auch in unsern Celtengräbern findet man allerlei Kupfergeräthschaften. Aber noch im 10ten Jahrhundert konnte man für 7 Kupferpfennige (reichlich 2 Kreuzer Werth) 60 ℔ Waizen kaufen, und die Maurer am Straßburger Münster begnügten sich noch mit 1½—2 Pfennige Tagelohn.

England hat in Cornwallis einen ungeheuren Schatz an Kupfererzen aller Art, wobei gewöhnlich auch das gediegene Kupfer nicht fehlt, sie liegen in Gängen der Granite und Thonschiefer. Außerdem führt es noch (wie auch Hamburg) Erze aus fremden Welttheilen ein (Chili), um sie mittelst Steinkohlen zu verhütten: in Südwallis zwischen Swansea und Neath liegen über 20 Kupferhütten. Jährlicher Ertrag 300,000 Ctr.

Der Mansfeldische Kupferbergbau, seit Jahrhunderten blühend, zieht seine Erze aus dem 8—16 Zoll mächtigen Flöze bituminösen Mergelschiefers der Zechsteinformation. Das Kupfer ist daselbst meist an Schwefel gebunden, aber dabei Silberreich. H. v. Carnall (Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinenwesen in dem Preußischen Staate 1853. I. pag. 106) berechnet die Kupferplatte in dem ganzen Lager auf 0,3''' Dicke,

und doch gewann man 1852 gegen 27,000 Ctr. Gaarkupfer und 31,800 Mark Silber, und könnte noch mehr gewinnen, wenn man geschickte Leute genug hätte, die in den niedrigen Bauen von 22″—28″ Strebhöhe im Stande wären zu arbeiten.

In Deutschland ist sonst gediegen Kupfer nicht häufig, es kam zu Virneberg bei Rheinbreitenbach auf Gängen in Grauwacke mit dem bekannten haarförmigen Rothkupfererz vor, auch auf dem Schwarzwalde bei Rippoldsau fand es sich ein Mal. Die Kupferklippen ¼ Stunde nördlich Helgoland (Gilberts Ann. 70. 435) liefern größere Geschiebe freilich durch Oxydul angefressen. Besonders hervorzuheben ist das Vorkommen im Prehnit (pag. 290) des Mandelsteins von Reichenbach, ähnlich auf den Faröer Inseln mit Chabasit.

Am Ural kommt das gediegene Kupfer mit Malachit pag. 407 in großen Nestern im Thon vor, schon Pallas erwähnt von der Turja Massen von 4000 ℔ Schwere. Die Demidowschen Gruben von Nischne Tagilsk lieferten 1849 allein 170,000 Pud. Nördlich von Bogoslowk kommt es im Trapp vor, wie auf der Bären-Insel und den Kurilischen Inseln, wo es als Geschiebe am Strande aufgelesen wird. Schon längst haben die Kupfer-Indianer am Kupferminenfluß in Nordamerika ihren Namen von dem Metall erhalten, was sie auf der Oberfläche auflasen, und nach Quebeck auf den Markt brachten, und lange konnte der berühmte Kupferblock (2200 ℔ schwer, Henry schätzt ihn sogar auf 10,000 ℔) auf dem westlichen Ufer des Ontonagon von 11 Cubikfuß Inhalt (Gilbert's Ann. 70. 342) aus der Wildniß der Süduſer des Lake Superior nicht heimgeführt werden, bis endlich in unsern Zeiten am Vorgebirge Keweenaw ein Bergbau auf gediegen Kupfer eröffnet ist, der alles übertrifft, was man bislang erfahren hat (Silliman Amer. Journ. X. 65). Das reine Kupfer, an welchem öfter Klumpen von gediegenem Silber hangen, kommt wie auf Nova Scotia und bei Reichenbach, mit Prehnit im Mandelsteingebirge vor, Platten bis 3′ dick setzen gediegen in die Tiefe. Die unbedeutendsten Anzeichen von Prehnit auf der Oberfläche führen innen zu gewaltigen Ellipsoiden, die an einem Stück gediegene Massen von 80 Tonnen (160,000 ℔) des feinsten Metalles liefern! Die überspanntesten Erwartungen der Bergleute und Geologen wurden durch die Cliff Mine in der Tiefe weit übertroffen. Und wie kam dieser Reichthum in den Mandelstein? Man hat kaum eine andere Antwort, als durch Galvanische Prozesse oder durch Desoxydation des Cu Cl durch Wasserstoff. Da ist der Kupferblock von Cochoeira (Provinz Serro do Frio) 2616 ℔ schwer, in der Sammlung zu Ajuda bei Lissabon, nur noch ein kleines Stück.

Auch Neuholland droht uns mit seiner Ausbeute zu überschütten, 1845 zog die Bergwerksgesellschaft Adelaide mit einem Kupferblock von 24 Ctr. ein, und schon wird die jährliche Masse auf 200,000 Ctr. tarirt. Besonders geschätzt ist das Japanische Kupfer, soll wegen eines kleinen Goldgehalts streckbarer sein.

Cämentkupfer wird aus den Kupfervitriolhaltigen Grubenwassern gewonnen, indem man alt Eisen hineinwirft, wodurch sich Kupfer vermöge der Wahlverwandtschaft niederschlägt. Dieser Niederschlag ist öfter krystallinisch: Rammelsberg bei Goslar, Fahlun in Schweden, Neusohl

in Ungarn ꝛc. Die Vitriole erzeugen sich besonders durch das Feuersetzen in den Gruben.

Der Werth von 1 Ctr. Kupfer wird etwa auf $2\frac{3}{4}$ Loth Gold oder $2\frac{1}{2}$ Mark (35 Rthlr.) Silber gesetzt. Doch hängt im Technischen viel von der Beschaffenheit ab. Im Großen dient es besonders zum Beschlagen der hölzernen Schiffe, die sonst sehr von Seethieren aller Art, besonders Teredo navalis, zerstört würden. Da nun Seewasser Kupfer leicht angreift, so fand Davy das sinnreiche Mittel, es durch eiserne Nägel galvanisch zu schützen. Wenn man Silberdraht in Kupfervitriollösung bringt, so geschieht nichts, verbindet man aber Zink damit, so überzieht sich das Silber mit Kupfer. Jakobi zeigte 1840, daß ein solcher Kupferniederschlag genau die Unterlage kopirt (Galvanoplastik).

Messing = 25 Cu + 75 Zink, messinggelb, zwar weniger dehnbar, aber desto leichter schmelzbar, läßt sich also besser in Formen gießen, nimmt stärkere Politur an, und rostet weniger. Physikalische und Astronomische Instrumente, Dampfmaschinen ꝛc. Weniger Zink gibt goldgelbe Leguren, z. B. das Mannheimer Gold ist 4 Cu + 1 Zn.

Bronze ist die seit alter Zeit berühmte Composition von Kupfer und Zinn, die wegen ihrer bedeutenden Härte eine Zeit lang das Eisen ersetzte. Die Zähigkeit empfiehlt sie zu Kanonen, und das Klangvolle zu Glocken.

Kupfererze liefern bei Weitem das meiste Metall. Vor allem die Schwefelverbindungen des Kupferkieses 34,4 Cu, Buntkupfererzes 55 Cu, Kupferglases 80 Cu und was sich daran anschließt. Dann folgen die verschiedenen Fahlerze, die bis 40 p. C. Kupfer haben. Selen- und Arsenkupfer sind nur Seltenheiten. Das oxydirte Kupfer besonders Rothkupfererz 88,7 Cu und die Salinischen Kupfererze Malachit pag. 406, Kupferlasur, stehen bergmännisch auf zweiter Linie, obgleich die Erze besser sind. Phosphor- und Arseniksaure Verbindungen pag. 408 erscheinen selten in Menge. Dioptas pag. 311, Kupfervitriol pag. 444. Nicht zu übersehen ist auch das Kupfer in Quellen, im Boden, im Meteoreisen ꝛc. Pogg. Ann. 69. 557.

5. Platin.

Hat von dem Spanischen Wort platinja (silberähnlich) seinen Namen bekommen. Wegen seiner edlen Eigenschaften nannten es die Chemiker weißes Gold. Der Spanier Ulloa, Mitglied der berühmten Gradmessung am Aequator 1735, brachte es vom Fluß Pinto in Choco bei Popayan mit. Gleichzeitig bekam Wood 1741 etwas von Jamaica Philos. Transact. 1750. 584. Der Schwede Scheffer erkannte es 1752 als ein eigenes Metall, während Buffon es als ein Gemisch von Eisen und Gold betrachtete. Da das natürliche Vorkommen namentlich durch Eisen, Iridium ꝛc. verunreinigt ist, so wollte das Hausmann Polyren nennen. Berzelius Pogg. Ann. 13. 435 und 527.

Bei dem Uralischen kommen kleine Würfel vor (Pogg. Ann. 8. 502), allein Krystalle sind äußerst selten. Die Farbe ist mehr stahlgrau als silberweiß, und daher unansehnlich, namentlich fehlt auch der Glanz.

Härte 5—6, seine Dehnbarkeit gibt der des Goldes nur wenig nach. Das Gewicht des rohen Platins bleibt gewöhnlich unter dem des Goldes 17,5—18, allein verarbeitet geht es darüber hinaus 21—21,7. Ein kleiner Theil des Platins ist magnetisch, sogar attraktorisch, denn es bleibt am unmagnetischen Federmesser hängen.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, doch konnte es Plattner in feinsten Drähten schmelzen pag. 129, dagegen schweißbar wie Eisen, so daß es in der Weißglühhitze sich kneten läßt. Wie das Gold im Königswasser löslich, doch bleibt ein Rückstand vorzugsweis von Osmiridium. Die gelbliche Lösung von $Pt\,Cl^2$ gibt mit $Ka\,\ddot{C}$ einen gelben im Ueberschuß unlöslichen Niederschlag von Kaliumplatinchlorid, $Ka\,Cl + Pt\,Cl^2$. Ebenso Ammoniak das bekannte Ammoniumplatinchlorid, erhitzt man dieses, so erhält man fein vertheiltes Platin (Platinschwamm), das in starkem Feuer gepreßt und geschweißt werden kann (Wollaston Pogg. Ann. 16. 158). Früher schmolz man das Platin mit Arsenik zusammen, was leicht geschieht, und verschaffte sich dann durch Rösten den Platinschwamm.

Verunreinigt ist das rohe Platin meist durch Eisen, nach Berzelius bis 13 p. C. gehend. Man könnte davon den Magnetismus einiger Stücke ableiten wollen, allein es finden sich auch nicht magnetische mit 11,04 Fe. Die eisenreichen sind leichter, gehen bis 14,6 Gew. herab, und Breithaupt nannte sie Eisenplatin. Osann (Pogg. Ann. 11. 318) fand sogar magnetische Körner, die 86,3 Eisen und 8,1 Platin hatten. Der Iridiumgehalt geht bis 4,97 p. C., Rhodium bis 3,46, Palladium bis 1,66, Osmium bis 1,03. Spuren von Kupfer fehlen nicht, die bei dem Magnetischen sogar auf 5,2 p. C. Cu steigen. Silber und Gold ist ihm mehr fremd, ob es gleich mit letzterem zusammen vorkommt. Dagegen hat Claus in den Rückständen ein neues Metall Ruthenium (Pogg. Ann. 64. 192 und 65. 220) entdeckt.

Auch das Platin scheint verbreiteter, als man lange vermuthete, denn Pettenkofer hat im Scheidegolde der Kronenthaler 0,2 p. C. nachgewiesen, also etwa $\frac{1}{100000}$ im Silber (Pogg. Ann. 74. 316). Vauquelin (Gilbert's Ann. 24. 406) fand es im Graugültigerz von Guadalcanal. Die Brauneisensteine im Dep. Charente enthalten $\frac{1}{1000000}$ (Pogg. Ann. 31. 590) im Golde von Tilkerode auf dem Unterharz, in Erzen und Gesteinen der Alpen. Roh kommt es in Geschieben mit unregelmäßigen Eindrücken in den Platinseifen vor. Zuerst wurden die Spanier in den Goldwäschen von Choco und Barbacoas an der Columbischen Westküste bei Popayan damit bekannt, allein es wurde öffentlich vernichtet, weil die Spanische Regierung eine Entwerthung des Goldes dadurch befürchtete. Auf dem rechten Gehänge des Rio Cauca scheint es sogar auf Gängen im Grünstein mit Gold zu brechen (Pogg. Ann. 7. 523). Die Seifengebirge nehmen etwa eine Fläche von 350 Quadratmeilen ein, Gold, Magneteisen und Zirkon die Begleiter. 1800 erhielt Humbold ein Zoll großes Geschiebe, das damals größte Stück, aus den Seifenwerken von Taddo 1088,8 Gran (gegen 4 Loth) schwer. Von 18,94 specifischem Gewicht, mit blank geschliffener Oberfläche ist es noch heute eines der schönsten Stücke des Berliner Museums. 20 Jahre später erhielten die Spanier ein Stück von 40 Loth. Es kam weiter im Sande des Jakiflusses auf der Ostseite von St. Domingo und in sehr

schwammigen Stücken in den Brasilianischen Goldgruben vor. 1808 fing man in Paris an, Geräthschaften daraus zu machen, doch betrug die ganze Amerikanische Ausbeute nicht viel über 8 Ctr. jährlich. Platin im Goldsande von Nordcarolina, Californien. 1822 fanden sich Stücke in den Goldwäschen des Ural, und als man 1825 auf den Hütten von Nischne-Tagilsk (15 Meilen nördlich Katharinenburg) nach Goldsand suchte, fand sich statt dessen Platin auf Europäischer Uralseite. Dieß ist noch heute die Hauptfundstätte am Ural, obgleich es in allen Goldwäschen in geringer Menge vorkommt. Der geringe Goldgehalt der Platinwäsche fällt auf. Man gewann früher jährlich 6—7000 Mark, und in den ersten 10 Jahren von 1824—1834 etwa 230 Ctr., darunter waren Stücke von mehr als 20 ℔ Schwere (Pogg. Ann. 33. 101), die an ihrer Oberfläche schwarze Eindrücke von Chromeisenstein, zuweilen sogar Serpentin anhängen haben, und da der reichste Sand am Ausgange der Serpentinthäler mit Serpentingeschieben sich abgelagert hat, so ist Serpentin wohl ohne Zweifel das Muttergestein. Fein eingesprengt kommt es auch im Dioritporphyr von Laja vor (Pogg. Ann. 20. 532). Bis 1850 sind 2050 Pud (683 Ctr.) gewonnen, als aber 1845 die Russische Krone die Annahme des rohen Platins zur Vermünzung verweigerte, ist der Waschbetrieb fast ganz eingestellt.

Im Goldsande von Ava (Pogg. Ann. 34. 281). In den durch Chinesen bearbeiteten Diamant- und Goldwäschen von Borneo (Pogg. Ann. 55. 526) sollen jährlich 625 ℔ Platin weggeworfen werden.

Das rohe Platin ist etwa dreimal theurer als Silber, das gereinigte aber 8mal, so daß

Silber : Platin : Gold = 1 : 8 : 15

sich im Werth verhält. Die Münzen und Schmucksachen sind wieder abgekommen, aber zu chemischen Geräthschaften ist es unersetzlich. Auch Legirungen könnten von Wichtigkeit sein, $1\frac{1}{2}$ p. C. Platin soll den Stahl sehr veredeln; 16 Kupfer mit 7 Platin und 1 Zink gleicht dem Golde rc.

6. Palladium.

Nach dem kleinen Planeten Pallas benannt. Das Metall entdeckte Wollaston 1803 im rohen Platin von Choco, was 1,66 p. C. enthält. Dann fand er es gediegen in excentrisch fasrigen Stückchen im Goldsande Brasiliens zu Cornego das Lagens (Philos. Transact. 1809. 192). Es soll daselbst regulär krystallisiren. Dagegen liegen auf den Goldblättchen in Trümmern von Bitterspath des Grünsteins von Tilkerode kleine mikroskopische Krystalle, die G. Rose (Pogg. Ann. 55. 300) für 6gliedrig hält, wie das Osmiridium. Darnach wäre Palladium dimorph. Das Metall hat die Farbe des Platin, Härte = 5, aber nur 11,3 Gewicht, geschmiedet 11,8 Gewicht.

Fast eben so streng flüssig als Platin, läßt sich aber leichter schweißen. Wird schon von Salpetersäure zu einer braunrothen Flüssigkeit, Salpetersaures Palladoxydul aufgelöst. Im Jcutinga-Gestein von Gongo-Socco in Minas Geraes wird ein blasses Pallad-Gold gewonnen, das 25 p. C. Palladium enthält. Das Ouro poudre (faules Gold) von Porpez enthält

9,85 Pd. In Paris wurde im Großen aus 1 Ctr. Platin wenig über ½ Loth Palladium geschieden, es kam daher 6mal theurer als Gold. Die Meßinstrumente für den Seedienst werden mit Palladblech versehen; mit Silber legirt soll es ein zum Einsetzen der Zähne vortreffliches Draht geben.

7. Iridium.

Tennant entdeckte 1803 das Metall, und benannte es nach den bunten Farben seiner Salze. Wenn man nämlich das rohe Platin mit Königswasser digerirt, so bleibt ein unlösliches schwarzes Pulver, das hauptsächlich aus Osmium und Iridium besteht. Endlich fand Breithaupt (Schweigger Jahrb. Chem. Phys. IX. pag. 1 und 90) gediegene Körner im Platinsande des Urals.

Reguläre Oktaeder mit Würfelflächen, die Spuren von Blättrigkeit zeigen. Silberweiß und fast Quarzhärte, Gewicht 22,8 (G. Rose), nach Breithaupt sogar 23,46. Also das härteste Metall, und der schwerste aller bekannten Körper. Die Analyse gab jedoch nur 76,85 Iridium mit 19,64 Pt, 0,89 Pd und 1,78 Kupfer, daher müßte sich das Gewicht des feinen Iridiums, wenn anders die Legirung sich nicht verdichtet, dem 25fachen nähern.

Noch strengflüssiger als Platin, doch kann man durch Druck des Iridiumschwamms und starke Weißglühhitze eine politurfähige Masse erlangen. Selbst in Königswasser nicht löslich, daher bleibt es bei den Lösungen des Platins in schwarzen Schuppen zurück. Die Platinkörner des Ural enthalten zum Theil 5 p. C. Es ist unter allen Platinerzen das seltenste. Nischne-Tagilsk, Newjansk.

Osmiridium. Osmium kommt nicht gediegen vor, desto häufiger findet es sich aber an Iridium gebunden im Platinsande, in manchen Seifengebirgen sogar häufiger als das Platin selbst. Daher war es auch das erste neue Metall, was dem französischen Chemiker Descotils im rohen Platin auffiel, und was Vauquelin Ptene nannte (Ann. du Mus. III. 149), in welchem dann gleichzeitig Tennant die zwei nachwies. Auf das Mineral war schon Wollaston (Gilbert's Ann. 24. 234) aufmerksam. „Beide Metalle halten mit einer Festigkeit zusammen, über die man sich mit Recht verwundern muß" (Pogg. Ann. 13. 464). Die krystallographische Kenntniß verdanken wir G. Rose, Pogg. Ann. 29. 452.

a) Lichtes Osmiridium Jr Os 46,7 Jr, 49,3 Os, 3,1 Rhodium, 0,7 Fe, das gewöhnlichste. Diheraedrische Tafeln: die reguläre sechsseitige Säule $g = a : a : \infty a : \infty c$ mit einer deutlich blättrigen Gradendfläche $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$. Ihre Endkanten g/c werden durch das Diheraeder $r = a : a : \infty a : c$ abgestumpft, mit 124° in den Seiten- und 127° 36′ in den Endkanten. Ein Rhomboeder, was die abwechselnden Endkanten des Diheraeders abstumpfte, würde 84° 52′ in den Endkanten haben.

Zinnweiß, etwas dunkeler als gediegen Antimon, Metallglanz, spröde, so daß man es pulverisiren kann. Quarzhärte, Gew. 19,47. Vor dem Löthrohr auf Kohle unveränderlich und entwickelt keinen Osmium-

Geruch. Selbst mit Salpeter im Glaskolben geschmolzen entwickelt sich nur wenig Osmiumgeruch. Letzteres bildet nach dem Erkalten eine grüne Masse. In Königswasser unlöslich. Das Uralische schön blättrig, die Brasilianischen mehr körnig. Seltener ist

2) dunkeles Osmiridium (Iridosmium), Osmiumreicher. Kommt mit dem lichten zusammen vor, hat dieselbe Form, den gleichen Blätterbruch, aber bleigraue Farbe, und etwas höheres Gewicht 21,2. Vor dem Löthrohr in der Platinzange erkennt man es gleich an den durchdringenden Osmiumdämpfen, die besonders die Augen angreifen. Es wird dabei etwas dunkeler. Die Weingeistflamme macht es leuchtend. Berzelius (Pogg. Ann. 32. 236) fand zweierlei Jr Os^3 mit 25 Jr, 75 Os und Jr Os^4 mit 20 Jr, 80 Os. Das Osmiumreichere zerlegt sich leichter und schneller.

Iridplatin in Körnern von Brasilien, silberweiß, enthält 55,4 Pt, 28,8 Jr, 6,8 Rhodium, 4,1 Fe, 3 Cu, 0,5 Pd.

Das Iridiumoxyd erzeugt auf Porzellan eine tiefe und reine schwarze Farbe, wie Tusch auf Papier (Pogg. Ann. 31. 17). 1843 wurden in Petersburg zu diesem Behuf aus alten Platinrückständen 122 ℔ Iridiumoxyd gewonnen, die Drachme zu 80 Franken.

Rhodium hat seinen Namen nach den schönen rothen Salzen. Kommt dem rohen Platin beigemengt vor, 3 p. C. in den von Barbacoas. Del Rio erwähnt auch von Mexico ein Rhodiumgold mit 34—43 p. C. Rhodium (Pogg. Ann. 10. 322). Da es sich im Königswasser löst, so findet es sich nicht in den Rückständen, sondern in den Lösungen. Ruthenium ist ihm sehr verwandt, Pogg. Ann. 65. 220.

Daß Platin, Palladium, Iridium und Osmium isomorph seien, beweisen die regulären Oktaeder von K Gl + R Gl^2, worin R diese vier Stoffe bedeutet. Iridium, Osmium und Palladium sind außerdem auch 6gliedrig, also dimorph.

8. Eisen.

Tellurisches und Siderisches.

a) **Tellurisches Eisen.** So wichtig es technisch ist, so selten findet man es gediegen in der Erde. Das künstliche Eisen scheint nach Wöhler (Pogg. Ann. 26. 182) regulär zu krystallisiren: beim Gießen starker Walzen entstehen innen Höhlen mit Skeletten von regulären Oktaedern. Halbverbranntes Eisen, was im Hochofen lange Zeit hindurch einer Weißglühhitze ausgesetzt war, bekommt einen würflig blättrigen Bruch so deutlich wie Bleiglanz. Auch das Meteoreisen von Seeläsgen und Braunau ist ausgezeichnet würfelig blättrig. Angaben von oktaedrischer Blättrigkeit finden meist ihren Grund in Absonderungsverhältnissen, wie das Haidinger vom Meteoreisen von Braunau so schön nachweist (Pogg. Ann. 72. 582). Merkwürdiger Weise wird auch das beste zähe fasrige Schmiedeeisen durch fortwährende Torsionen und Erschütterungen körnig und blättrig, in Folge dessen es leicht bricht (Erdmann's Journ. pr. Chem. 54. 25). Die Theile stehen also krystallinisch um, ohne daß man außen etwas merkt, was für

Eisenbahnen von größter Gefahr ist. Fuchs (Pogg. Ann. 86. 159) hält das Eisen für dimorph: das geschmeidige Stabeisen sei wie die geschmeidigen Metalle regulär, das spröde Roheisen dagegen 3 + 1arig, und allerdings scheint das weiße Spiegeleisen nur einen blättrigen Bruch (Absonderungsfläche?) zu haben. Ist es aber nicht etwas gewagt, daraus die Eigenschaften des Stahles ꝛc. erklären zu wollen?

Härte 5—6, Gew. 7—8. Geschmeidig, daher hackiger Bruch. Das reine Eisen ist stahlgrau mit viel Weiß. Magnetisch. Merkwürdig seine Passivität (Pogg. Ann. 55. 437) d. h. es wird durch dunkele Rothglühhitze oder Eintauchen in sehr concentrirte Salpetersäure unangreifbar durch gewöhnliche rauchende Salpetersäure.

Sehr streng flüssig, läßt sich aber schweißen wie Platin. Die Oxydischen Eisenerze werden nämlich bei hoher Temperatur durch brennende Körper (Kohle) desoxydirt, die befreiten Eisentheile bilden einen unschmelzbaren Eisenschwamm, der sich aber durch Hämmern compact machen läßt. Dieß ist die älteste Methode das Eisen zu gewinnen, sogenannte Rennarbeit. Davon verschieden ist die Roheisenproduction, wovon die ersten Spuren erst am Ende des 15ten Jahrhunderts im Elsaß sich finden. Das glühende Eisen geht nämlich mit Kohle, Silicium ꝛc. schmelzbare Verbindungen ein. Man mischt daher in Hochöfen Kohle, Kieselerde, Kalk und Eisenerz in gehörigem Verhältniß. In der Hitze bemächtigt sich die $\dddot{S}i$ des Kalkes und anderer verunreinigenden Erden, bildet leichtfließbare Schlacke, und das reducirte kohlenstoffreiche Roheisen sinkt zu Boden. Man sammelt es im untersten Theile des Heerdes, und sticht es da von Zeit zu Zeit ab, während die leichtere Schlacke stetig darüber herausfließt.

a) Roheisen oder Gußeisen kann 5 p. C. Kohle haben, ist körnig und spröde. Das weiße Roheisen ist silberweiß, bricht spiegelflächig (daher Spiegeleisen), und gibt einen vorzüglichen Stahl, wozu besonders auch Manganreichthum beitragen soll. Das graue Roheisen ist kohlenstoffärmer, entsteht aus dem weißen, fließt aber leichter, und eignet sich daher am Besten zu Gußwaaren.

b) Stabeisen oder Schmiedeisen hat am Wenigsten Kohlenstoff, das weiche nur 0,02 p. C., ist sehnig und zähe, läßt sich zu Draht ziehen, Blech walzen. Heiß abgelöscht wird es nicht spröde. Läßt sich schmieden, wenn auch nicht schmelzen. 1 p. C. Phosphor macht es in der Kälte brüchig (kaltbrüchig), 0,03 p. C. Schwefel in der Hitze (rothbrüchig), so daß es sich im letztern Falle nicht schweißen will. Ueberhaupt machen es unedle Metalle schlechter, edle aber besser.

c) Stahl ist Schmiedeeisen mit 0,9—1,9 p. C. Kohle, wird durch rasches Abkühlen hart und spröde, aber durch Erhitzen wieder weich. Dabei läuft es von einer dünnen Oxydschicht anfangs blaßgelb, dann goldgelb, braun, purpurfarbig, hell- bis dunkelblau an. Je dunkeler desto mehr hat es die Sprödigkeit wieder verloren. Daher sind die Uhrfedern blau. Da nun Stahl in Beziehung auf Kohlengehalt in der Mitte steht, so bekommt man durch entkohltes Gußeisen sogenannten Rohstahl, und durch längeres Glühen von Stabeisen in kohligen Substanzen Cäment-

stahl. Die Ausbringung des Eisens im Großen hängt hauptsächlich vom Brennmaterial ab, daher kann England in's Unendliche produciren.

Die wichtigsten Erze zur Gewinnung des Eisens sind die Oxydischen: Magneteisen, Eisenglanz und Brauneisenstein; unter den Salinischen der Spatheisenstein pag. 344. Die geschwefelten wie Schwefelkies ꝛc. kann man nicht brauchen. Vererzung des Eisens findet sich auf der Erdoberfläche so gewöhnlich, daß Eisen unter den Metallen einzig dasteht. Gerade in dieser Verwandtschaft namentlich zum Sauerstoff und Schwefel liegt auch der Grund, warum es regulinisch zur Seltenheit gehört.

Das gediegene Eisen von Kamsdorf (Klaproth Beitr. IV. 102) in Sachsen mit Eisenoxyd überzogen enthielt 92,5 Fe, 6 Blei und 1,5 Cu. Breithaupt (Hoffmann's Miner. III. b 190) hält es für Kunstprodukt. Gegen diese Ansicht erklären sich Hausmann (Handb. Miner. 39) und Karsten (Eisenhüttenkunde II. 14) mit Entschiedenheit. Schreiber (Journal de physique 1792. XLI. 3) führt es in stalaktitischer Form aus dem Gebirge von Ouille bei Grenoble auf, wo es 12′ tief auf einem Gange von oxydischen Eisenerzen im Gneise brach, doch war dabei auch fer hépatique d. h. zersetzter Schwefelkies. Das gediegene Eisen von Labouiche (Allier) und la Salle (Aveyron) läßt sich durch Steinkohlenbrände erklären, da es im Steinkohlengebirge liegt. Die Eisenschüppchen im Platinsande rühren von den gebrauchten Werkzeugen her, wenn sie nicht Eisenplatin sind pag. 486. In Nordamerika hat sich im Canaangebirge bei South-Meetinghouse in Connecticut ein einzigmal ein Stück gefunden (Silliman Amer. Journ. V. 292), wie es scheint im Glimmerschiefer. Es wurde vom Finder für Graphit gehalten, allein die Analyse wies 91,8 Fe und 7 Kohle nach und da Quarz daran hängt, kann es nicht meteorisch oder künstlich sein. Minas Geraes im Eisenglimmerschiefer ꝛc. In feinen Theilen findet es sich im Basalt (Pogg. Ann. 88. 321): wenn man denselben pulverisirt und mit Kupfervitriollösung übergießt, so schlägt das Metallische Eisen gediegen Kupfer in Blättchen nieder. Magneteisen kann auf die Weise nicht wirken. Jedenfalls geht daraus hervor, daß tellurisches gediegenes Eisen den Menschen nicht auf seinen Werth geführt hat, sondern

b) Siderisches Eisen (Meteoreisen), das Eisen ist also auch in diesem Sinne ein Geschenk des Himmels. Hr. v. Hammer behauptet, daß die ersten Damascenerklingen aus Meteoreisen geschmiedet seien: Schwerter der Kaliphen werden als solche besungen (Gilberts Ann. 50. 279). Agricola 526 erzählt, zu Zeiten Avicenna's sei in Persien eine Eisenmasse 50 ℔ schwer niedergefallen, aus welcher der König sich Schwerter machen ließ, „Arabes autem dicunt, enses Alemannicos, qui optimi sunt, ex ejusmodi ferro fieri.“ Agricola fügt nun zwar hinzu, die Araber würden in diesem Punkte von den Kaufleuten belogen, denn den Germanen fiel das Eisen nicht vom Himmel, aber immerhin ist es auffallend, daß um das Jahr 1000 bei den Arabern noch solche Sagen giengen. Als Roß auf seiner berühmten Polarreise 1818 mit den Eskimo's in der Baffinsbay zusammenkam, hatten sie Messer aus Meteoreisen, wie der Nickelgehalt bewies. Sie erzählten, daß auf der Westküste von Grönland 76⁰ N.Br. Blöcke gediegenen Eisens herumlägen, von welchen sie es mit zähen Grün=

steinen losgeschlagen und bearbeitet hatten! Aus dem Eisen am Senegal, was Adanson mitbrachte, machten sich die Mauren Gefässe, (R. de l'Isle Cristallographie III. 165).

Daß eigenthümliche Gesteine aus der Luft (vom Himmel) fallen, davon war man seit alter Zeit, mit Ausnahme des vorigen Jahrhunderts, überzeugt. Die Namen Brontia, Ceraunia, Baetilia ꝛc. bezeichneten sie, nur wurde vieles falsche damit vermischt. Der Jakobsstein im Krönungsstuhle der Könige von England soll schon dem Erzvater Jakob (1 Mos. 28, 11) als Ruhekissen bei seinem Traume gedient haben. In Thracien fiel am Fluß Aegos 465 Jahr vor Christi Geburt ein Stein nieder, den Plutarch im Leben des Lysander und Plinius hist. nat. II. 59 erwähnen, qui lapis etiamnunc ostenditur magnitudine vehis, colore adusto, comete quoque illis noctibus flagrante ..... Ego ipse vidi in Vocontiorum agro (Vaison im südl. Gallien) paulo ante delatum. Daß solche Bätilien verehrt wurden, hat Münter (Gilbert's Ann. 21. 51) hinlänglich bewiesen, auch könnte nach Seetzen der schwarze Stein im Thurme (Kaaba) des Tempels von Mekka, welchen der Engel Gabriel hineingetragen haben soll, ein solcher sein (Gilbert's Ann. 54. 332). Wenn man die schmucklose Erzählung über den Stein von Ensisheim liest (Gilbert's Ann. 18. 280), welcher 1492 am 7ten November mit großem „Donnerklapff" von den Lüften herabfiel, 260 ℔ wog, und in der Kirche aufbewahrt wurde, so muß es verwundern, daß Naturforscher nicht schon früher der Sache ernstlich nachforschten. Erst die berühmte 40 Pud (1600 ℔) schwere Eisenmasse südlich Krasnojarsk am Jenisei, worauf Pallas (Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs III. 411) 1772 die Aufmerksamkeit lenkte, gab dazu den Impuls. Sie lag auf der Höhe eines Bergrückens zwischen den Gebirgsflüssen Ubei und Sisim wenige Meilen rechts vom Strom. „Die ganze Wacke scheint eine rohe eisensteinartige Schwarte „gehabt zu haben, das innere Wesen derselben ist ein geschmeidiges, weiß„brüchiges, wie ein grober Seeschwamm löcherischt ausgewebtes Eisen, „dessen Zwischenräume mit runden und länglichten Tropfen" des schönsten, flächenreichsten Olivins erfüllt sind, welchen man kennt. Obgleich die Tartaren es „als ein vom Himmel gefallenes Heiligthum betrachteten," so dachte doch Pallas nicht entfernt an meteorischen Ursprung, er hielt es nur mit Entschiedenheit für ein merkwürdiges Naturprodukt, und schickte daher die ganze Masse der Petersburger Akademie. Chladni war der erste, welcher 1794 dasselbe für meteorischen Ursprungs erklärte, und obgleich Naturforscher dennoch an Meteorsteine glaubte. Lichtenberg sagte darüber: es sei ihm bei dem Lesen dieser Schrift so zu Muthe gewesen, als wenn ihn selbst ein solcher Stein an Kopf getroffen hätte, und habe gewünscht, daß sie nicht geschrieben wäre. Besonders eiferten die Gebrüder de Luc dagegen, und Franzosen erklärten es für ein phénomène physiquement impossible! Nach Chladni's Bericht sollen die Gelehrten in Dresden, Wien, Kopenhagen, Bern ꝛc., aus Beschämung solche Steine in aller Stille weggeworfen haben. Aber noch in demselben Jahr 1794 am 16ten Juni Abends 7 Uhr ereignete sich der merkwürdige Steinregen von Siena in Toskana aus heiterem Himmel (Gilbert's Ann. 6. 156), von dem die ganze Provinz Zeuge war, denn die Steine fielen unter schreckbarem Zischen zur Erde. Doch erklärte sie Hamilton für Auswürflinge

des 50 Meilen entfernten Vesuv's, der zufällig 18 Stunden vorher einen fürchterlichen Ausbruch erlitten hatte. Als nun aber am 13. Dec. 1795 bei Woldcottage in Yorkshire ein 56 ℔ schwerer Block niederfiel, der von dem 170 Meilen entfernten Hekla hätte kommen müssen, so wurde glücklicher Weise Howard zu einer genauen Prüfung veranlaßt (Phil. Transact. 1802). Er fand überall nickelhaltiges gediegen Eisen darin. Jetzt wagte auch Klaproth (Abh. Berl. Akad. Wiss. 3. Januar 1803) mit seinen Analysen hervorzutreten: in der Eisenmasse, welche 1751 am 26ten Mai Abends 6 Uhr unter starkem Krachen in einer feurigen Kugel bei Hraschina ohnweit Agram an der Sau in Croatien 71 ℔ schwer herniederfuhr, war 96,5 Fe und 3,5 Ni enthalten. Sie findet sich im Kaiserl. Mineral. Kabinet zu Wien. Auch La Place (Zach, Monatl. Correspond. 1802. 277) warf die Frage auf, ob es nicht vielleicht Producte von Mondsvulkanen sein könnten, die mit einer Geschwindigkeit von 7800′ (5 mal größer als ein 24 Pfünder) in die Höhe geworfen nicht wieder auf den Mond zurückfallen könnten, eine Ansicht, die Olbers schon 1795 gelegentlich aussprach (Gilbert's Ann. 14. 38). Endlich machte der große Steinfall von L'Aigle in der Normandie 1803 den 26ten April Nachmittags gegen 1 Uhr allem Zweifel ein Ende: eine 30 Meilen weit sichtbare Feuerkugel erschien aus heiterem Himmel, gestaltete sich zu einer kleinen Wolke, die 5—6 Minuten ein schreckliches Getöse wie Kanonendonner und Gewehrfeuer erzeugte, und 2000—3000 zischende Steine, der größte bekanntgewordene $17\frac{1}{2}$ ℔, fielen auf einer Ellipse von $2\frac{1}{2}$ Lieu Länge und 1 Lieu Breite nieder (Memoires de l'Institut nat. scienc. math. et phys. 1806, VII.). Der Mineralienhändler Lambotin ließ sogleich so viel als möglich aufkaufen, und machte gute Geschäfte, während die Zeitungen sich über den Maire des Ortes, der es officiell nach Paris meldete, belustigten, und der Minister der Aufklärung erst nach 2 Monaten am 26ten Juni den Physiker Biot an Ort und Stelle sandte. Die Sache war wahr. Ein Verzeichniß siehe Pogg. Ann. 91. 384.

Vom gediegenen Eisen war lange Zeit das von Klaproth analysirte Agramer mit 3,5 Nickel das einzig constatirte. Alle andern wurden wegen ihrer Aehnlichkeit mit diesem für meteorisch gehalten. Der verwünschte Burggraf (Gilbert's Ann. 42. 197) 191 ℔ schwer, scheint am Ende des 14ten Jahrhunderts bei Ellbogen in Böhmen, wo er auf dem Rathhause aufbewahrt wurde, gefallen zu sein. Es herrschten darüber im Volke auffallende Sagen, 1811 wurde Prof. Neumann in Prag darauf aufmerksam, und jetzt liegt das größte Stück davon in Wien. 88,2 Fe, 8,5 Ni, 0,7 Co, 2,2 Phosphormetalle. 1814 fanden Russniakische Bauern auf einem granitischen Gipfel der Karpathen bei Lénarto (Sarosser Comitat) eine 194 ℔ schwere Masse, welche das Nationalmuseum von Pesth bewahrt, sie zeigt außen tafelförmige Struktur, ähnlich der 103 ℔ schweren Masse im Nationalmuseum von Prag, welche 1829 beim Schlosse Bohumilitz im Prachiner Kreise auf einem Acker gefunden wurde. Auch bei Arva in Ungarn fand sich. Im Dorfe La Caille bei Grasse (Dep. Var) lag am Eingange der Pfarrkirche eine gegen 12 Ctr. schwere Eisenmasse, die den Einwohnern als Sitz diente, und die nach einer Tradition des Volks aus der Luft gefallen sei, sie findet sich seit 1828 in der Pariser Sammlung und soll 17,3 Ni enthalten. 1805 fand sich in der Eifel bei

Bittburg nördlich Trier eine 3400 ℔ schwere Masse, die ein nachbarlicher Eisenhüttenbesitzer verfrischen wollte, allein die Kuchen konnten nicht geschweißt werden, und zur Verhinderung von Unterschleif wurden sie vergraben (Pogg. Ann. 2. 224), der Nickelgehalt stellt den meteorischen Ursprung außer Zweifel. Dagegen soll die 10,000 ℔ schwere Masse von Aachen (Gilbert's Ann. 48. 410) nicht meteorisch sein. Neuerlich hat sich bei Seeläsgen ohnweit Schwiebus (in Brandenburg) eine 218 ℔ schwere Eisenmasse auf einer feuchten Wiese gefunden (Pogg. Ann. 73. 329) mit 5,3 Ni und 0,4 Co, liegt in Breslau. Eine andere beim Eisenbahnbau bei Schwetz an der Weichsel 43 ℔ schwer, liegt in Berlin (Pogg. Ann. 83. 594).

Großartiger sind die Massen fremder Welttheile, namentlich in Amerika, wo Sonnenschmidt in der Straße von Zacatecas in Merico Stücke von 2000 ℔ fand, Humbold bei Durango von 40,000 ℔ (Klaproth Beiträge IV. 101). Bei St. Jago del Estero mitten in der großen Ebene von Südamerika fand Don Rubin de Celis 1783 eine Masse von 30,000 ℔ (Phil. Transact. 1788), 1784 entdeckte man am Flüßchen Bendego 50 Meilen von Bahia in Brasilien ein 7′ langes Stück von etwa 14,000 ℔ (Gilbert's Ann. 56. 355). Boussingault traf 1825 zu Santa Rosa nördlich St. Fe de Bagota einen Grobschmidt, der sich eines Amboses von 1500 ℔ aus Meteoreisen bediente, es fanden sich in der Gegend noch mehrere Klumpen, sogar 12 Meilen davon bei Rasgata ganz die gleichen Massen, so daß man glauben muß, hier habe ein förmlicher Eisenregen stattgefunden (Sitzungsber. Wien. Akad. Math. Class. 1852. VIII. 496). Ein Stück von 171 ℔ findet sich im Museum von Harlem, das 1793 im östlichen Theile der Cap-Colonie aufgehoben wurde, und ursprünglich 300 ℔ wog.

In Nordamerika werden allein von Shepard (Silliman Amer. Journ. 2 ser. II. 390) aus 22 verschiedenen Fundorten angeführt, darunter findet sich ein 1700 ℔ schweres von den Indianern verehrtes Stück von Red River in Texas, was man für Platin hielt. Daher wurden zwei kostspielige Expeditionen in die von feindlichen Indianern bedrohte Wildniß gesandt, die es endlich auf einem 400 deutsche Meilen langen Landweg zum Missisippi brachten. Jetzt wird es in New-York aufbewahrt, es ist ein förmlicher Magnet, dessen größter Durchmesser in der Meridianlinie liegt. Der blättrige Bruch soll oktaedrisch sein (Sill. Amer. Journ. 2 ser. II. 370). Das von Cocke in Tennessee wiegt 2000 ℔, und ein kleines 9 ℔ schweres fiel sogar 1835 Ende Juli oder Anfangs August auf den Feldern von Dickson im Staate Tennessee (Silliman's Amer. Journ. 1845 tom. 49 pag. 336) vor den Augen mehrerer Arbeiter aus einem explodirenden Meteor auf ein Baumwollenfeld nieder, wurde aber erst später durch den Pflug gefunden. Es wäre dies seit Agram das zweite Mal, daß Zuschauer dem Niederfall beigewohnt hätten. Der dritte und unter allen der constatirteste Eisenfall ereignete sich bei Hauptmannsdorf und Braunau auf der Böhmisch-Schlesischen Grenze 1847 den 14ten Juli Morgens $3\frac{3}{4}$ Uhr (Pogg. Ann. 72. 170): es bildete sich eine Wolke, die mit einem Male erglühte, Blitze zuckten nach allen Richtungen, und zwei Feuerstreifen fielen von ihr zur Erde, unter zwei heftigen Kanonenschüssen, die alle Bewohner weckten. In einem 3 Fuß tiefen Loch fand sich das eine 42 ℔ 6 Loth schwere Stück, das nach 6 Stunden noch so heiß war,

daß es Niemand anfassen konnte. Es ist zerschnitten. Das zweite 30 ℔ 16 Loth schwere fiel dagegen durch das Schindeldach eines armen Mannes und das Schlafzimmer seiner Kinder, ohne zu zünden. Der Mann meinte der Blitz habe eingeschlagen, und ahnete nichts von der Sache, erst nach fleißigem Suchen wurde das Stück den folgenden Tag am 15ten Juli unter den Trümmern der Kammerwand gefunden! Es ist von dem Prälaten für 6000 fl. zu einer frommen Stiftung verkauft. Die rundlichen Stücke zeigen eine groblöcherige Oberfläche, und würfelig blättrigen Bruch, so deutlich als beim Bleiglanz. Das Wiener Museum erhielt ein Stück von 4 ℔, was fast aus einem einzigen Würfel besteht! Es kommen daran auch Trennungsflächen nach dem Oktaeder vor, das sind aber mehr Absonderungen. Es ist härter als die besten Stahlmeißel, und läßt sich leicht strecken und schmieden. Gew. 7,7. Unter den



Eigenschaften des Meteoreisens verdienen noch die Widmanstätten'schen Figuren besonders erwähnt zu werden. Wenn man nämlich Flächen polirt und mit Säure ätzt (Erdmann's Journ. pr. Ch. 12. 304), so entsteht eine eigenthümliche Damastbildung von Strahlen, die sich öfter ungefähr unter Winkeln von 60° aber auch schärfer und stumpfer schneiden. Die dunkeln Stellen wurden stärker von der Säure angegriffen, als die lichtern Streifen, und die Aetzung ist so vollkommen, daß Sheppard, Rose ꝛc. die schönsten Bilder davon unmittelbar abklatschten. Unsere nebenstehende Figur ist ein Stück eines solchen abgeklatschten Bildes des Meteoreisens von Texas, was Silliman (Amer. Journ. 2 ser. II. pag. 376) abgebildet hat. Nach Partsch entspricht die Lage der Strahlen den Flächen von Oktaedern. Früher sah man die Zeichnung als Folge des Nickeleisens an, zumal da sich auch künstliche Legirung von Nickel und Eisen besonders zur Damascirung eignen soll. Allein Berzelius fand im Eisen von Bohumiliz (Pogg. Ann. 27. 128) schwarze unlösliche Schüppchen von Phosphor-Nickel-Eisen (Dyslytit), welche sich parallel an die Oktaederflächen anlagern, und zu den Streifen die Veranlassung geben sollen. Vieles Meteoreisen (Braunau, Bohumiliz, Krasnojarsk, Red River) verhält sich gegen Kupfervitriollösung passiv, das Kupfer schlägt sich erst darauf nieder, wenn man etwas Säure zusetzt, oder gewöhnliches Eisen unter der Flüssigkeit damit in Berührung bringt. Durch ihre

Zusammensetzung schließen sich die Meteoreisen fast in einer zusammenhängenden Reihe an die Meteorsteine an. Vor allem fällt selbst im reinsten Eisen der große Nickelgehalt auf: Bohumiliz 5,6 Ni, Ellbogen 8,5 Ni, Krasnojarsk 10,7, ja Jackson gibt in einem von Alabama 27,7 Ni an, Sill. Amer. Journ. 34. 334. Den Nickelgehalt erkennt man schon durch bloßes Auflösen in Salzsäure, indem sich eine schöne gelblich grüne Flüssigkeit bildet, während bloßes Eisen nur wenig färbt. Unwichtiger ist Kobalt, doch fehlt es selten, 0,2 Co Bohumiliz, 0,76 Co Ellbogen. Mangan nur wenig, noch weniger Kupfer und Zinn. Auffallend ist der Mangel an Kohle, doch gibt Berzelius von Krasnojarsk 0,04 C und Rammelsberg von Seeläsgen sogar 0,5 C an. Ebenso kommt

auch etwas Silicium vor. Daraus leuchtet allein schon ein, daß es kein geschmolzenes Kunstprodukt sein kann.

In allen Fällen bleibt ein **Rückstand**, in welchem Phosphor-Nickel-Eisen vorwaltet, das metallisch glänzende grauweiße magnetische Schuppen bildet. Der Rückstand betrug bei Braunau 1,3 p. C., worin 56,4 Fe, 25 Ni, 11,7 Phosphor, 1,1 Kohle, 1 S̈i, 2,8 Chrom. Wöhler glaubte im Rückstande des Eisens von Rasgatá kleine Krystalle von Olivin, selbst zweifelhaft Rubin und Saphir zu erkennen!

Das **poröse Eisen** schließt in seinen Zwischenräumen Minerale ein. Obenan steht das Pallasische von Krasnojarsk mit dem schön gelben Olivin pag. 219. Die Krystalle haben sich ganz in die rundlichen Räume eingefügt, und sehen daher auf der Oberfläche öfter wie angeschmolzen aus. Bei Brahin Gouv. Minsk (Pogg. Ann. II. 161) und in der Wüste Atacama in Peru (Pogg. Ann. 14. 469) sollen ganz ähnliche Massen gefunden sein.

Schwefeleisen sammelt sich öfter in Höhlen und Klüften, bei Bohumiliz bis zu Haselnußgröße, ebenso zu Lockport. Bei Seelägen bildet es zum Theil cylindrische Kerne, die in der Eisenmasse stecken. Hier ist ihr Gewicht 4,78, und dem Gehalte nach soll es nach Rammelsberg nicht Magnetkies, sondern einfaches Schwefeleisen $\acute{F}e$ sein. Da die Dinge zum Theil lange in der Erde gelegen haben, so muß man vorsichtig das Ursprüngliche vom Veränderten unterscheiden. Zum Schwefeleisen gesellen sich Graphitblättchen (Bohumiliz, Cocke in Tennessee) rc. So werden es dann unversehens wahre

Meteorsteine.

Diese fallen ungleich häufiger, und so ähnlich sie auch manchen vulkanischen Gesteinen sehen mögen, so machte doch schon Werner gleich bei ihrem ersten Anblick die Bemerkung, daß es auf Erden keine solche Steine gebe. Vor allem fällt darin das gediegene Eisen auf, was körnig eingesprengt sich leicht an Rostflecken erkennen läßt. Dasselbe ist ebenfalls nickelhaltig, und bildet insofern das Vermittelungsglied des Meteoreisens mit den Meteorsteinen. Bei den eisenreichen Steinen, wie z. B. von Aigle, bildet das Eisen sogar stellenweis noch ein vollständiges Skelett, zwischen welches die Steinmasse sich eingelagert hat, zuletzt kann jedoch auch das Eisen ganz zurücktreten und sogar gänzlich fehlen. Bei der Analyse pflegt man daher den Stein zu pulverisiren, und mit dem Magnet herauszuziehen, was ihm folgt, um beides Magnetisches und Unmagnetisches getrennt zu analysiren.

Eine andere Eigenschaft ist die dunkle oft nur kaum papierdicke Rinde, welche bei den Meteorsteinen von Stannern wie der schwärzeste Firniß glänzt. Durch bloße Schmelzung kann die Kruste wohl nicht entstanden sein, und da sie bei frischen sogar noch schmierig gefunden worden ist, so erscheint sie öfter als ein fremdartiger Niederschlag, dessen eigenthümliche feine Runzelung für die Beurtheilung der Aechtheit großen Werth hat.

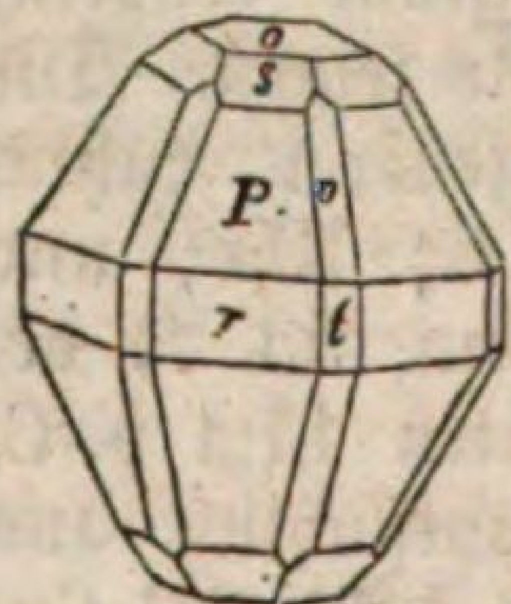
Schon G. Rose (Pogg. Ann. 4. 173) brachte die erdigen Meteormassen in 2 Abtheilungen:

1) die **gewöhnlichen** bestehen aus einer grauen trachytischen Hauptmasse, in welcher man außer dem gediegenen Eisen mit bloßen Augen keine weitern Gemengtheile erkennen kann. Hin und wieder sind kleine Kugeln eingesprengt, die man mit dem Messer herausnehmen kann, die aber im Ganzen aus der Grundmasse bestehen, nur etwas härter sind, auch wohl einen etwas andern Farbenton haben: erbsengroße Kugeln, wie sie nur größer in Trachyttuffen, Grünsteinen sich oftmals zeigen. Die Steine von Aigle, Ensisheim, Maurkirchen, Blansko gehören dahin. Letzterer fiel in Mähren 1833 den 25. November Abends 6¼ Uhr, und ist besonders durch die Analyse von Berzelius (Pogg. Ann. 33. 7) berühmt geworden, specif. Gew. 3,7. Mit dem Magnet konnten 17,1 p. C. aus dem Pulver ausgezogen werden, diese bestanden hauptsächlich aus Nickeleisen und magnetischem Schwefeleisen, nämlich 93,8 Fe, 5 Ni, 0,3 Co, 0,3 S, 0,4 Zinn und Kupfer. Die 82,9 p. C. unmagnetische Grundmasse gelatinirte theilweis mit Salzsäure, und zerfiel in 51,5 p. C. zersetzbare und in 48,5 p. C. unzersetzbare Silikate. Der zersetzbare nicht magnetische Theil enthielt 33 $\ddot{S}i$, 36,1 $\dot{M}g$, 26,9 $\dot{F}e$, 0,5 $\dot{M}n$, 0,5 $\dot{N}i$, 0,3 $\ddot{A}l$, 0,8 $\dot{N}a$, 0,4 $\dot{K}$. Verlust 1,3 p. C. ist hauptsächlich Schwefel. Der Sauerstoff der Basen zur Kieselerde = 20,5 : 17,2. Man nimmt das Silicat $\dot{R}\ \ddot{S}^3$ als Olivin und das Schwefeleisen als Magnetkies. Der unzersetzbare Theil wurde mit $\dot{B}a\ \ddot{C}$ geglüht und lieferte dann 57,1 $\ddot{S}i$, 21,8 $\dot{M}g$, 3,1 $\dot{C}a$, 8,6 $\dot{F}e$, 0,7 $\dot{M}n$, 0,02 $\dot{N}i$, 5,6 $\ddot{A}l$, 0,9 $\dot{N}a$, 1,5 zinnhaltiges Chromeisen, $\dot{F}e\ \ddot{\bar{C}}r$. Die Thonerde darin könnte verleiten, es zum Theil für eine feldspathartige Masse, vielleicht für Labrador mit Augit, zu nehmen. Im ganzen Stein wäre also 17,1 Nickeleisen mit Kobalt-, Zinn-, Kupfer-, Schwefel- und Phosphorgehalt, 42,7 Olivinartige- $\dot{R}^3\ \ddot{S}i$, 39,4 augitartige Substanz $\dot{R}^3\ \ddot{S}i^2$ und 0,75 Chromeisen mit Zinnstein verunreinigt. Das wird freilich immer Deutung bleiben. Jedenfalls machen Talkerdesalze einen wesentlichen Bestandtheil in der steinigen Masse (29 p. C. $\dot{M}g$).

2) **die ungewöhnlichen** haben kein metallisches Eisen, Talkerde fehlt zwar nicht, herrscht aber nicht so vor, und in der wenn auch feinkörnigen Masse lassen sich einzelne Mineralspecies mit Bestimmtheit erkennen. Hier verdient vor allem der Meteorstein von

Juvenas (Dep. Ardèche) genannt zu werden, welcher 1821 am 15. Juni Nachmittags 4 Uhr unter gewaltigem Donner vor den Augen zweier Bauern in ein Kartoffelfeld fiel. Die Bauern hielten die Erscheinung für eine Rotte von Teufeln, welche in die Erde gefahren, und faßten erst nach 8 Tagen den Entschluß, das Wunderding auszugraben. Es fand sich nun 5½′ tief unter lockerer Erde ein 220 ℔ schwerer runder Stein, der zerschlagen verkauft wurde (Gilbert's Ann. 69. 414). Es ist ein körniges ziemlich bröckliges Gemenge, das Mohs mit dem Dolerit am Meißner in Hessen vergleicht, und das hauptsächlich aus brauner (Augit) und weißer Substanz (Anorthit) besteht. In kleinen Höhlungen ist der grünlich braune Augit in Krystallen ausgebildet, mit den meßbaren Flächen **TMkou′** pag. 194. Der weiße Gemengtheil, die größere Häfte einnehmend, zeigt einen Blätterbruch deutlich, allein die Krystalle in den Höhlen sind zum Messen zu klein, doch sah G. Rose deutlich einspringende Winkel, daher kann es kein gewöhnlicher Feldspath sein, wie Hauy an-

nahm, dabei weist der große Kalkerdegehalt eher auf Anorthit oder Labrador. Auch gibt Shepard den Winkel P/M 94° an. Kleine Körner und Krystalle von stahlgrauer bis kupferrother Farbe, obgleich nicht magnetisch, zeigen sich doch nach ihrem chemischen Verhalten und ihrer Form als Magnetkies, mit meßbaren diheraedrischen Endkanten von 126° 29′, und einem Flächenreichthum, wie man ihn sonst nicht kennt. Shepard



bildet sie auch aus einem grobkörnigen Stein von Richmond (Silliman Amer. Journ. 2 ser. II. 383) ab, der 4 ℔ schwer am 4. Juni 1828 fiel. Kleine strohgelbe Blättchen (Sphenomit Shepard's), die an den Kanten zu einem magnetischen schwarzen Glase schmelzen, konnten krystallographisch nicht bestimmt werden, ob Titanit? Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 73. 585) enthalten die Steine 36,8 p. C., durch Säuren zersetzbare und 63,2 unzersetzbare Theile, zusammen mit 49,2 $\dddot{\mathrm{Si}}$, 12,5 $\dddot{\bar{\mathrm{Al}}}$, 1,2 $\dddot{\bar{\mathrm{Fe}}}$, 20,3 $\dot{\mathrm{Fe}}$, 0,16 Fe, 10,2 $\dot{\mathrm{Ca}}$, 6,4 $\dot{\mathrm{Mg}}$, 0,6 $\dot{\mathrm{Na}}$, 0,1 $\dot{\mathrm{K}}$, 0,28 $\ddot{\bar{\mathrm{P}}}$, 0,1 Titansäure, 0,24 Chromoxyd, 0,09 Schwefel. Daraus leitet der Chemiker 36 Anorthit, 60 Augit, 1,5 Chromeisen, ¼ Magnetkies und vielleicht kleine Mengen von Apatit und Titanit ab. Der Steinfall bei

Stannern, 2 Meilen südlich Iglau auf der Mährisch-Böhmischen Grenze. Eines Sonntagmorgens gegen 6 Uhr am 22. Mai 1808 hörten die Leute, welche nach Stannern in die Kirche giengen, einen heftigen Kanonenschuß, und darauf ein Gerassel wie von einem kleinen Gewehrfeuer, das 8 Minuten anhielt. In einem Radius von 3 Stunden um Stannern wurden mehr als 100 Steine aufgelesen, im Mittel 1—3 ℔ schwer. Sie wurden zum Theil noch warm aufgenommen, und fielen mit Zischen in's Wasser. Sehr auffallend an ihnen ist die glänzend schwarze Rinde, welche nach Aussage eines Mannes heiß noch schmierig gewesen sein soll. Darunter findet sich eine weißgraue feinkörnige Gebirgsmasse, zwischen welcher stellenweis Magnetkies sich durchzieht. Die weißen schmalen Strahlen scheinen auch hier Anorthit, und die schwarzen Stellen dazwischen Augit zu sein. Merkwürdig großkörnig ist der Stein von

Bishopville in Südcarolina, im März 1843 gefallen. Unvollkommene schneeweiße Krystalle mit rhomboidischer Säule, die aber sehr rauh sind. Die zuweilen Zollgroßen Krystalle werden von zwei deutlichen Blätterbrüchen durchschnitten, die sich unter 120° schneiden, H. = 6, Gew. 3,1. Schmilzt schwer zu einem weißen Email, und besteht im wesentlichen aus $\dot{\mathrm{Mg}}\,\dddot{\mathrm{Si}}$, 67,1 $\dddot{\mathrm{Si}}$ und 27,1 $\dot{\mathrm{Mg}}$. Man wird dabei an Wollastonit erinnert, Shepard nennt das Mineral Chladnit. Der Stein von Alais (Dep. Gard), 15. Mai 1806 gefallen, gleicht einem schwarzen Thone mit glänzendem Strich, und zerfällt im Wasser zu einem graugrünen Brei (Pogg. Ann. 33. 113). Einer ähnlichen schwarzen Bolartigen Masse gleicht der Aerolith vom kalten Bokkeveld bei Tulbagh am Cap. Man würde ihn nicht für das halten, was er ist, wenn er nicht den 13. Oktober 1838 Morgens 9 Uhr mit furchtbarer Explosion herabgefallen wäre, auch zeigen die Stücke die bekannte runzelige Kruste. Obgleich er beim Anhauchen den bittern Thongeruch zeigt, so hat er doch nur 5,2 $\dddot{\bar{\mathrm{Al}}}$, dagegen 33,2 $\dot{\mathrm{Fe}}$, 19,2 $\dot{\mathrm{Mg}}$, 28,9 $\dddot{\mathrm{Si}}$.

Die Menge der herabgefallenen Steine ist gegen die des Eisens

außerordentlich groß, auch nur die wichtigsten davon anzugeben, würde zu weit führen. Für ältere Niederfälle ist besonders wichtig: Chladni über Feuermeteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen. Wien 1819; und von Schreiber, Beiträge zur Geschichte und Kenntniß meteor. Steine und Metallmassen. Wien 1820, worin auch mehrere gute Abbildungen sich finden. Nicht blos haben sich, seitdem man daran glaubt, fast jährlich vor Augenzeugen solche Steinfälle ereignet, sondern sind auch äußerst sorgfältig gesammelt. Nach Partsch (die Meteoriten oder vom Himmel gefallene Steine und Eisenmassen im k. k. Hof-Mineralien-Kabinette in Wien. Wien 1843) bewahrt die Wiener Sammlung allein aus 94 verschiedenen Lokalitäten, die Berliner 1852 aus 97, es findet sich dabei die berühmte Chladni'sche Sammlung. Nach Shepard und Rammelsberg sind folgende Verbindungen aus den Meteoren bekannt:

1. Nickeleisen etwa 9 Theile Eisen mit 1 Theil Nickel, was freilich dann bei verschiedenen sehr variirt. Shepard glaubt, daß eine 165 ℔ schwere Eisenmasse von Walker ohne Zweifel meteorisch sei, obgleich das Nickel gänzlich fehle.

2. Phosphornickeleisen, zuweilen mit Magnesium. Die Verbindung bleibt bei der Lösung des Eisens als Rückstand.

3. Schwefeleisen, als Krystalle von Magnetkies bei Juvenas ꝛc. Doch scheint das in andern Steinen nur einfaches Schwefeleisen zu sein $\acute{F}e$, da sich beim Lösen in Salzsäure kein Schwefel ausscheidet.

4. Magneteisen $\dot{F}e\,\ddot{\bar{F}}e$ fand Berzelius in den Steinen von Alais und Lontalax in Finnland. Das damit isomorphe Chromeisen $\dot{F}e\,\ddot{\bar{C}}r$ ist ebenfalls sehr im Meteoreisen verbreitet, Shepard bildet sogar kleine Krystalle davon ab.

5. Olivin enthält gleich dem tellurischen eine kleine Menge von Nickel- und Zinnoxyd. Im Eisen von Krasnojarsk und Olumba sind 8 At. $\dot{M}g$ gegen 1 At. $\dot{F}e$, wie beim basaltischen Olivin, im Stein von Lontalax hat er die Zusammensetzung des Hyalosiderits pag. 219 ꝛc. Theile der Meteorsteine kann man mechanisch öfter als Olivin deuten.

6. Feldspäthe. Nur der Anorthit von Juvenas scheint außer Zweifel. Bei andern ist man noch nicht sicher, doch da man es mit einem durch Säuren schwer zerlegbaren Feldspath zu thun hat, so scheint es nur Labrador oder Oligoklas sein zu können. Eben so zweifelhaft ist

7. Augit oder Hornblende, nur bei Juvenas sind Augitkrystalle. Sonst bleibt es immer zweifelhaft, ob Augit oder Hornblende. Im Stein von Kl. Wenden bei Nordhausen, gefallen 16. September 1843, scheint sogar mit einiger Sicherheit die Analyse auf Labrador und Augit zu deuten, so meint wenigstens Rammelsberg.

Shepard führt außerdem noch eine Menge Minerale in nordamerikanischen Aerolithen an, die man in der alten Welt nicht kennt. Apatit, Glimmer, Granat, Schwefel, eine Reihe schwefelsaurer Salze, auch neue Minerale Apatoid, Iodolith, Chantonnit, Schreibersit ꝛc. werden gemacht. Als unzweifelhaft kann man folgende 18 Elemente annehmen: Alumium, Calcium, Chrom, Eisen, Kalium, Kiesel, Kobalt, Kohlenstoff, Kupfer,

Magnesium, Mangan, Natrium, Nickel, Phosphor, Sauerstoff, Schwefel, Titan, Zinn. Zweifelhafter sind schon Antimon, Arsenik und Chlor. Auffallend ist der Mangel an Wasserstoff, denn das Wasser im Steine von Alais kann terrestrischen Ursprungs sein. Man könnte daraus den Schluß ziehen, daß sie aus einem Gestirn kommen, das kein Wasser enthält, wie man das vom Monde glaubt. Immerhin ist es auffallend, daß die Zeolithe in unsern vulkanischen Gesteinen eine so große Rolle spielen. Konnten sie sich wegen des fehlenden Wassers wirklich nicht bilden?

Blei und Zinn.

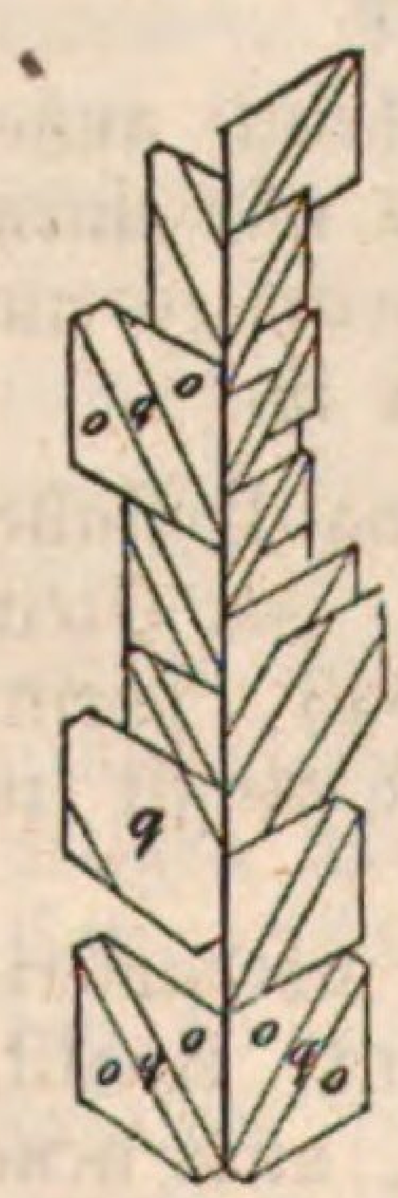
Gehören beide noch zu den geschmeidigen Metallen, und scheinen daher auch regulär zu krystallisiren, obgleich ihr Vorkommen als gediegen in der Natur noch bezweifelt werden kann. Nach Hausmann soll das

Blei bei Hüttenprozessen zuweilen in regulären Oktaedern krystallisiren. Auch ist der Bleibaum seit alter Zeit bekannt, welcher sich aus essigsaurem Blei auf Zinkstäben niederschlägt. Was Wallerius von Maslau in Schlesien, Hauy aus den Vivarais anführen, scheinen Kunstprodukte. Dagegen erwähnt Rathke kleine krummschalige Massen aus weichen Laven von Madera, doch mögen auch diese nur durch das Feuer in irgend einer Weise reducirt sein. Zu Alston Moor in Cumberland kam es eingesprengt im Quarz mit Bleiglanz am Ausgehenden eines Ganges vor, aber zugleich mit Schlacke und Bleiglätte, was die Sache auch wieder verdächtigt.

Das Blei ist rein bleigrau, mit starkem Metallglanz, Härte kaum 2, Gew. 11,4. Schmilzt bei 322° und verdampft, beim Erstarren zieht es sich beträchtlich zusammen, so daß gegossene Kugeln nicht vollkommen rund bleiben. Es überzieht sich leicht mit einer grauen Oxydationshaut, welche es vor weiterm Angriff schützt.

Die Bleipreise haben sich in neuerer Zeit wieder bedeutend gehoben, der Centner kostet etwa 12 fl.

Zinn soll geschmolzen unter günstigen Umständen auch in regulären Oktaedern (?) krystallisiren. Dagegen sind die Krystalle, welche man auf galvanischem Wege aus Zinnchlorür darstellt, viergliedrig (Pogg. Ann. 58. 660): das Oktaeder o = a : a : c mit 57° 13′ in den Seiten- und 140° 25′ in den Endkanten herrscht vor, daher a = $\sqrt{6,723}$. Die erste quadratische Säule q = a : a : ∞c fehlt auch selten. Miller gibt noch das nächste stumpfere Oktaeder a : c : ∞a, denn a : a : 3c, a : 3c : ∞a und a : ∞a : ∞c an. Auffallender Weise bilden sie lange Stäbe nach Art der dendritischen Metallbäume, aber die Nebenstrahlen fehlen, es sind nur einfache Strahlen, die aber aus aneinander gereihten Zwillingen bestehen. Die Reihen kleiner Oktaeder haben o gemein und liegen umgekehrt, nicht selten geht wie beim gediegenen Kupfer eine Hauptlamelle ganz durch.



Zinnweiß, die Farbe läuft nicht an. Beim Biegen zeigen Zinnstangen einen eigenthümlich knirschenden Ton (Zinngeschrei), H. = 2,

Gew. 7,29. Es wird einzig und allein aus Zinnstein gewonnen, hier wurde auch von den ältern Mineralogen gediegenes Vorkommen angegeben.

Titan. Dafür hat man lange die kleinen kupferrothen Würfel gehalten, welche sich in der sogenannten Sau der Hochöfen bilden, und welche Wollaston (Phil. Transact. 1823) zuerst in den Schlacken von Merthyr-Tydvil in Südwallis erkannte. Sie haben über Feldspathhärte, Gew. 5,3. Nach Wöhler (Pogg. Ann. 78. 401) enthalten sie jedoch neben 78 Ti noch 18,1 Stickstoff und 3,9 Kohle, bestehen daher aus 16,2 Titancyanür und 83,8 Stickstofftitan, Ti Cy + 3 Ti^3 N.

Die **spröden Metalle** gehören nicht mehr dem regulären, sondern dem 3 + 1arigen, rhomboedrischen, Systeme an. Schon oben haben wir dieß beim spröden Osmiridium pag. 488 gesehen. Auffallender noch ist es beim gediegenen Wismuth, Antimon, Arsenik und Tellur, die rhomboedrisch und zugleich isomorph sind, G. Rose Pogg. Ann. 77. 143.

9. Wismuth.

Bisemutum Agricola Bermannus pag. 693; Plumbum cinereum vero Snebergi effoditur e fodina, cui nomen inde Bisemutaria, de natura foss. 644. Bismuth natif. Es wurde früher als regulär beschrieben. Besonders schön bekommt man die künstlichen Krystalle in zelligen scheinbaren Würfeln, deren sämmtliche Ecken durch vier sehr deutlich blättrige Brüche abgestumpft werden, die einem regulären Oktaeder von 109° 28′ entsprechen würden, wenn die genannten Krystalle wirklich Würfel wären. Zu Schneeberg kommt auch das scheinbare Granatoeder vor. G. Rose zeigt aber, daß jener Würfel ein etwas scharfes Rhomboeder mit 87° 40′ in den Endkanten sei, also für c = 1 ist die Nebenaxe

$$a = \sqrt{0,588}.$$

Dem zufolge soll der blätterige Bruch c = c : ∞a : ∞a : ∞a in der Gradendfläche etwas deutlicher sein, als die drei andern des nächsten schärfern Rhomboeders o = $\frac{1}{2}$a′ : $\frac{1}{2}$a′ : ∞a : c, die Seitenkante o/o = 110° 33′ und die Kanten o/c = 108° 23′ liegen den Winkeln des regulären Oktaeders so nahe, daß sie leicht zu verwechseln waren. Auch das nächste stumpfere Rhomboeder d = 2a′ : 2a′ : ∞a : c, was dem Rhomboeder des Granatoeder nahe steht, ist etwas blättrig, wie man bei den sächsischen Krystallen sieht. Den wichtigsten Beweis für das rhomboedrische System bilden jedoch die Zwillinge: zwei Hauptrhomboeder haben die Fläche des nächsten stumpfen Rhomboeders d gemein, und liegen umgekehrt. Wir haben dann rhombische Säulen von 87° 40′ mit einem Paare auf die scharfen Kanten aufgesetzt, das sich unter 173° 16′ schneidet. Wären diese Hauptrhomboeder Würfel, so könnte dieses Gesetz gar keinen Zwilling geben, denn es würden alle Flächen einspiegeln. Die krystallinische Masse findet sich in der Natur häufig in gestrickten, schmalstrahligen Massen im Gestein eingesprengt.

Röthlich silberweiß, aber gern grün, roth d. h. taubenhälsig angelaufen, woher es sogar seinen Namen haben soll, bunt wie eine „Wiesenmatte". Härte 2—3, milde wie Glaserz, aber nicht mehr dehnbar, Gew. 9,8. Es ist am stärksten diamagnetisch pag. 123.

Schmilzt sehr leicht, schon auf einem stark geheizten Ofen, brennt aber nicht fort, und beschlägt die Kohle gelb, pag. 143. In Salpetersäure löslich, aber die Lösung gibt durch Zusatz von viel Wasser einen weißen Niederschlag. weil sie sich in ein basisches Salz zerlegt, das niederfällt, und in freie Säure, welche einen Theil des Salzes in Lösung erhält. Man kann Rhomboeder von Zollgröße in den prachtvollsten stahlgrauen, purpurrothen oder smaragdgrünen Farben krystallisiren lassen (Pogg. Ann. 31, 432), wenn man das käufliche Metall mehrere Stunden mit Salpeter schmilzt, bis die Probe nicht mehr roth oder blau, sondern grün oder gelb anläuft. Gießt man es dann in einen erwärmten Röstscherben, läßt es langsam erkalten, stößt die obere erstarrte Kruste mit einer glühenden Kohle durch, gießt das innere flüssige Metall ab, und zerbricht nach einer halben Stunde, so kommt die schönste Krystalldruse zum Vorschein. Newtons leichtflüssiges Metall, bei $94\frac{1}{2}^0$ C. schmelzbar, besteht aus 8 Theilen Wismuth mit 5 Theilen Blei und 3 Theilen Zinn. Man kann solchen Legirungen verschiedene Schmelzpunkte geben, und als Sicherheitsventile bei Dampfkesseln benutzen, die schmelzen, so bald der Dampf zu heiß wird. Statuenmetall besteht aus Kupfer, Zinn und Wismuth.

Im sächsischen Erzgebirge werden 800 Ctr. durch Aussaigern gewonnen, und zwar nur aus dem gediegenen Vorkommen. Es bricht zusammen mit Speiskobalt und Kupfernickel auf den silberhaltigen Kobaltgängen, und ist daher der Aufmerksamkeit der ältesten Bergleute nicht entgangen. Besonders reich ist Sachsen: Schneeberg, Annaberg, Johann-Georgenstadt, sehr schön blättrig auf den Zinnstockwerken zu Altenberg. Die Fürstenbergischen Gruben auf dem Schwarzwalde, zu Bieber in Hessen im Zechstein ꝛc.

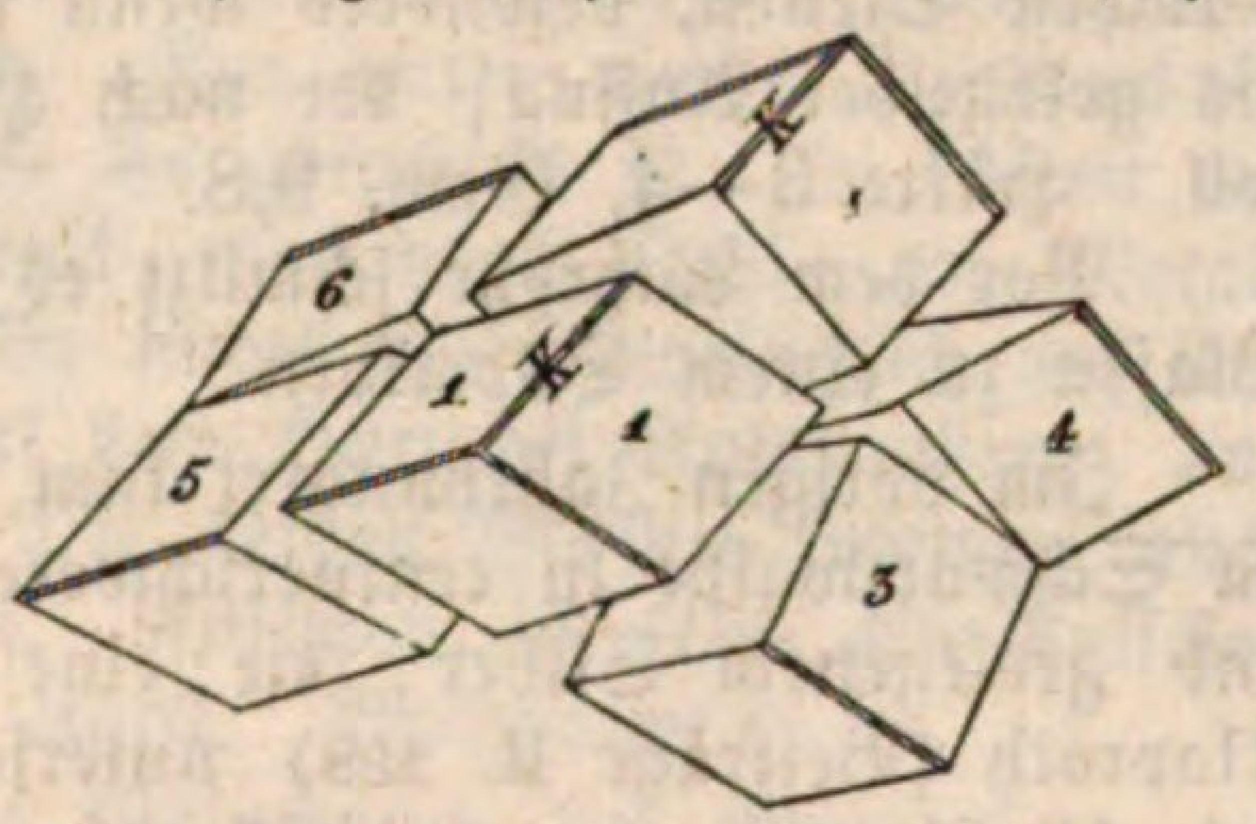
Vererzt kommt es besonders als Wismuthglanz $\dddot{B}i$ vor, im Tetradymit mit Tellur, als Wismuthocker nimmt es auch wohl Kohlensäure auf. Bismutit pag. 360, Wismuthblende pag. 313.

10. Antimon.

Der Name Antimonium kommt schon um das Jahr 1100 bei den Alchemisten vor, nebenbei lief aber auch *στίμμι, στίβι*, Stibium, doch wurde unter letztern mehr Grauspießglanz verstanden, woraus Basilius Valentinus den regulus Antimonii (curriculus triumphalis antimonii, Amsterdam 1685) darstellte. Gediegen wird es zuerst von Swab im Kalkspath der Silbergruben von Sala in Schweden erwähnt (Abhandl. Schwed. Akad. 1748), 1780 kam es Arsenikhaltig zu Allemont in der Dauphiné vor (Mémoires de l'Acad. Sc. Par. 1781), und Klaproth (Beitr. III. 169) analysirte es von Catharine Neufang bei Andreasberg.

Rhomboeder $87^0\ 36'$ in den Endkanten, $a = \sqrt{0{,}586}$, künstlich kann dieses dargestellt werden. Der deutlichste Blätterbruch $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$ stumpft die Endecke ab, er herrscht entschieden vor, wie man beim Zerschlagen wahrnimmt. Etwas weniger blättrig sind ferner die Flächen des nächsten stumpfern Rhomboeder $d = 2a' : 2a' : \infty a' : c$, welche Streifen auf dem ersten Blätterbruch erzeugen. Mohs fand bei

den körnigen Stücken von Allemont den Endkantenwinkel 117° 15′. Das nächste schärfere Rhomboeder o = $\frac{1}{2}$a′ : $\frac{1}{2}$a′ : ∞a : c ist dagegen nur wenig blättrig, ebenso die zweite sechsseitige Säule. Die Sache verhält sich daher anders als beim Wismuth, wo o am deutlichsten blättrig ist. Bei Andreasberg kommt auch das zweite stumpfere Rhomboeder 4a : 4a : ∞a : c vor. Häufig Zwillinge: zwei Individuen haben die Fläche des nächsten stumpferen Rhomboeder d gemein und liegen umgekehrt. G. Rose (Pogg. Ann. 77. 145) bildet nach diesem Zwillingsgesetz Sechslinge von Andreasberg ab, darin legen sich je zwei Rhomboeder so an einander, daß ihre gemeinsamen Endkanten (kk in 1 und 2) in eine Flucht fallen, ihre Angränzungsfläche aber senkrecht gegen diese gemeinsame Kante steht. Haben sich nun so die Individuen 1 und 2 zu einander gestellt, so bleiben von jedem noch zwei freie Kanten für die übrigen vier über: 3 liegt gegen 1, wie 4 gegen 2. Da der ebene Winkel der Rhomboederfläche 87° 28′ beträgt, so bleibt in der Ebene der Flächen 1 2 3 4 rechts, wie in der 1 2 5 6 links zwischen den Kanten angränzender Individuen ein Winkelraum von 5° 4′, der sich ausfüllt. Wenn links und rechts vier Individuen 1 2 3 4 und 1 2 5 6 einspiegeln, so spiegeln vorn und hinten quer gegen die gemeinsame Kante kk nur drei: 1 3 5 und 2 4 6. Der Winkel zwischen 3/5 und 4/6 beträgt in letztern 87° 28′. Es ist uns dadurch eine förmliche zweigliedrige Ordnung geworden. Man kann dieselbe aus zwei Vierlingen 1 2 3 5 und 2 1 4 6 entstanden denken, die sich zwillingsartig an einander lagerten. Jeder Vierling bildet eine dreigliedrige Ordnung, z. B. das Hauptindividuum 1 nimmt die Mitte ein, in dessen Endkanten-Verlängerung die Zwillingskanten von 2 3 5 liegen. Alles aber ist nur Folge des einen einfachen gewöhnlichen Zwillingsgesetzes.

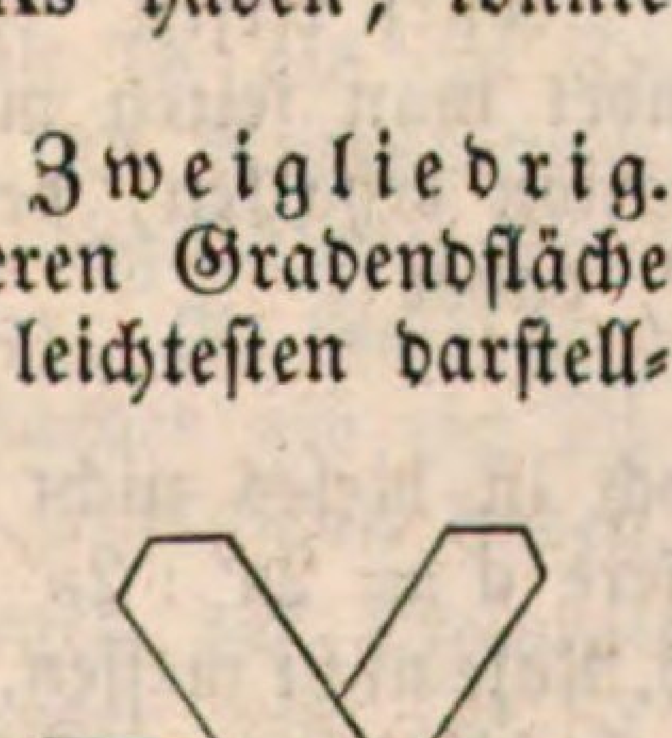


Zinnweiß, in derben körnigen Stücken. Härte 3—4, wenig spröde, Gew. 6,6.

Vor dem Löthrohr geschmolzen glüht es fort, raucht stark und bedeckt sich dabei mit weißen Krystallnadeln von Antimonoxyd. Arsenikgeruch fehlt nicht. Ein kleiner Silbergehalt läßt sich mit Blei abtreiben.

Arsenantimon von Allemont (Allemontit) ist dunkelfarbiger als das reine, soll nach Rammelsberg 37,8 Sb und 62,2 As haben, könnte also Sb As^3 sein.

Antimonsilber Ag^2 Sb mit 77 Ag, 23 Sb. Zweigliedrig. Die grobblättrigen bilden vielfach gestreifte Säulen, deren Gradendfläche B deutlich blättrig wegbricht. Es scheint dieß der am leichtesten darstellbare Blätterbruch. Die gestreiften Säulen schneiden sich öfter in Drillingen unter ungefähr 60°. Wenn man daher die Stellung mit Mohs Arragonitartig pag. 348 nimmt, so würden die Individuen die Säulenfläche M = a : b : ∞c gemein haben, und umgekehrt liegen. Die Streifen der Säule würden der Axe a parallel gehen, und es müßte der blättrige Bruch B =



a : ∞b : ∞c die stumpfe Säulenkante von M/M gerade abstumpfen. Die Gradendfläche c : ∞a : ∞b von der Säule M/M ist auch blättrig. Schon Hauy glaubte am Ende der gestreiften Säule den blättrigen Bruch eines stumpfen Rhomboeders beobachtet zu haben, und allerdings kommen außer der Säule M noch mehrere schiefe vor, doch hält es schwer, sie darzustellen. Nach Hausmann soll b : c : ∞a 112° 14′ deutlich blättrig sein, derselbe gibt von Andreasberg noch mehrere andere Flächen an, Handb. Mineral. 58.

Die Farbe steht zwischen Zinnweiß und Bleigrau in der Mitte, auf der Oberfläche laufen die Krystalle aber silberweiß an, so daß man sie mit Silber verwechseln würde, allein beim Schlage zerspringen sie längs der Blätterbrüche, obgleich der Strich milde ist. Eigenthümlich ist an manchen Stellen, besonders wenn sich Bleiglanz daran legt, ein messing- bis goldgelber Anflug, der nach Hausmann von Manganoxyd herrühren soll. Härte 3—4, Gew. 9,8.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, und reducirt sich nach einigem Blasen zu einem Silberkorn.

Im vorigen Jahrhundert kam es auf der Grube Wenzel bei Wolfach im Schwarzwalde in centnerschweren Blöcken vor, mit Bleiglanz, Fahlerz und gediegenem Silber, die eine große Silberausbeute gaben. Schon Klaproth (Beiträge II. 298) unterschied ein feinkörniges mit 84 Ag und 16 Sb und ein grobkörniges mit 76 Ag und 24 Sb. Letzteres ist das krystallisirte und daher wahrscheinlich die bestimmtere chemische Verbindung, während ersteres sich so eng an das mitvorkommende gediegene Silber anschließt, daß man öfter an ein und demselben Stücke die Gränzen nicht ziehen kann. Am ausgezeichnetsten kommen sie aber auf Katharina Neufang und Samson bei Andreasberg vor. Manche sind auch mit Arsenik gemischt.

Das Antimon wird meist aus Grauspießglanz dargestellt, und dient in 4 Theilen Blei mit 1 Antimon zu Buchdruckerlettern. Wichtig in der Arzneikunde ꝛc. Antimoniete werden wir bei den geschwefelten Metallen kennen lernen, wo nicht blos $\dot{\dot{\dot{S}}}b$ die Stelle der Säure vertritt, sondern auch im Nickelantimonglanz, Antimonnickel ꝛc. geradezu an die Stelle des Schwefels das Antimonmetall kommt. Das oxydische Vorkommen (Weißspießglanz) ist unwichtig.

11. Arsenik.

Kurz Arsen. Stammt vom Griechischen ἀρσενικόν. In der Natur findet man selten meßbare Krystalle, dagegen kann man sie durch Sublimation erhalten, der Endkantenwinkel des Hauptrhomboeder beträgt 85° 4′, daher

$$a = \sqrt{0{,}508},$$

doch ist dieses nicht blättrig, sondern wie beim Antimon das nächste stumpfere d = 2a′ : 2a′ : ∞a : c (113° 56′). Aber auch diese Winkel konnte G. Rose nicht messen. Dagegen sind die Gradendflächen c = c : ∞a : ∞a : ∞a noch blättriger und glänzender als beim Antimon, und da diese Blättchen sich immer zu Zwillingen, die d gemein haben und umgekehrt liegen, verbinden, so wurde aus dem leicht meßbaren Zwillingswinkel c/c = 77° 1′

der Winkel des Hauptrhomboeders berechnet. Auch ein Rhomboeder $\frac{2}{3}a' : \frac{2}{3}a' : \infty a : c$ kommt bei künstlichen Tafeln vor.

In der Natur findet gediegen Arsenik sich gewöhnlich in feinkörnigen Massen mit nierenförmiger Oberfläche und schaaliger Absonderung, daher von den Bergleuten Scherbenkobalt genannt. Die Oberfläche schwärzt sich schnell mit Suboxyd, schlägt man jedoch ein Stück ab, so tritt eine licht bleigraue Farbe vor, die sich in trockener Luft hält, in feuchter aber bald wieder anläuft. Härte 3—4, zwar spröde, aber doch noch mit glänzendem Strich. Gew. 5,8. Man hüte sich, den eingesprengten Bleiglanz von Joachimsthal und Andreasberg nicht für blättrigen Arsenik zu nehmen.

Auf Kohle verflüchtigt es sich, ohne vorher zu schmelzen unter einem unangenehmen knoblauchartigen Geruch. Nur unter einem Luftdruck ist es schmelzbar. Da die arsenige Säure $\ddot{A}s$ geruchlos ist, so kommt der Geruch von flüchtigem gediegenem Arsenik, was durch Kohle und Metall immer wieder aus $\ddot{A}s$ reducirt wird. Er findet sich hauptsächlich auf Kobalt- und Silbergängen in Sachsen, auf dem Harz bei Andreasberg, auf dem Schwarzwalde bei Wittichen ꝛc. Die derben Massen kommen auch als „Fliegenstein" roh in den Handel. Antimon ist sein gewöhnlicher Begleiter, der sich daher auch mit ihm legirt. Breithaupt's

Arsenikglanz von der Grube Palmbaum bei Marienberg im Gneis hat 3 p. C. Wismuth, dunkelbleigrau, mit einem deutlichen Blätterbruch.

Die Verbreitung des Arsenik (und Antimons) ist nicht blos von Walchner (Pogg. Ann. 69. 557) in den Niederschlägen der Quellen aller Orte nachgewiesen, sondern Daubrée weist Arsenik mittelst des Marsh'schen Apparates im Basalt, selbst im Meerwasser nach. Unter den Erzen ist besonders der Arsenikkies hervorzuheben, die Arseniksäure haben wir schon bei der Phosphorsäure pag. 384 kennen gelernt, unwichtiger ist die arsenige Säure $\ddot{A}s$, dagegen spielt das Schwefelarsenik $\overset{'''}{As}$ unter den Sulphosäuren neben Schwefelantimon ($\overset{'''}{Sb}$) eine wichtige Rolle.

12. Tellur.

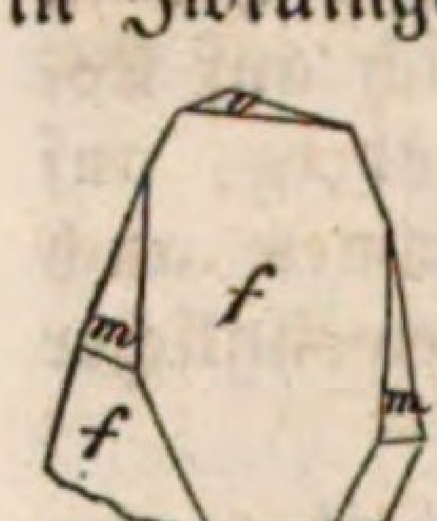
Man kannte es schon längst als **Aurum paradoxum** oder **Metallum problematicum** von der Grube Mariahilf zu Facebay bei Zalathna in Siebenbürgen, aber erst Klaproth (Beitr. III. 1) entschied im Jahre 1798 über seine chemischen Eigenschaften. Phillips beschrieb es als ein Dihexaeder von 130° 4′ in den End- und 115° 12′ in den Seitenkanten, dessen Seitenkanten durch die erste sechsseitige Säule abgestumpft sind: kleine glänzende Krystalle, in Drusenräumen von Quarz, G. Rose fand den Seitenwinkel 113° 32′, und nimmt man das Dihexaeder als ein Dirhomboeder, so würde das Rhomboeder 86° 57′ in den Endkanten haben, folglich $a = \sqrt{0{,}5656}$ sein. Die Struktur kann wegen der Kleinheit nicht beobachtet werden. Mohs gibt auch ein Rhomboeder von 71° 51′ in den Endkanten an, welches einer Rhombenfläche $a : \frac{1}{2}a : a : c$ entspricht, und mit seinen Flächen auf die Seitenkanten der sechsseitigen Säule aufgesetzt ist. Auch das Tellur erhält man durch Schmelzen wie das Anti-

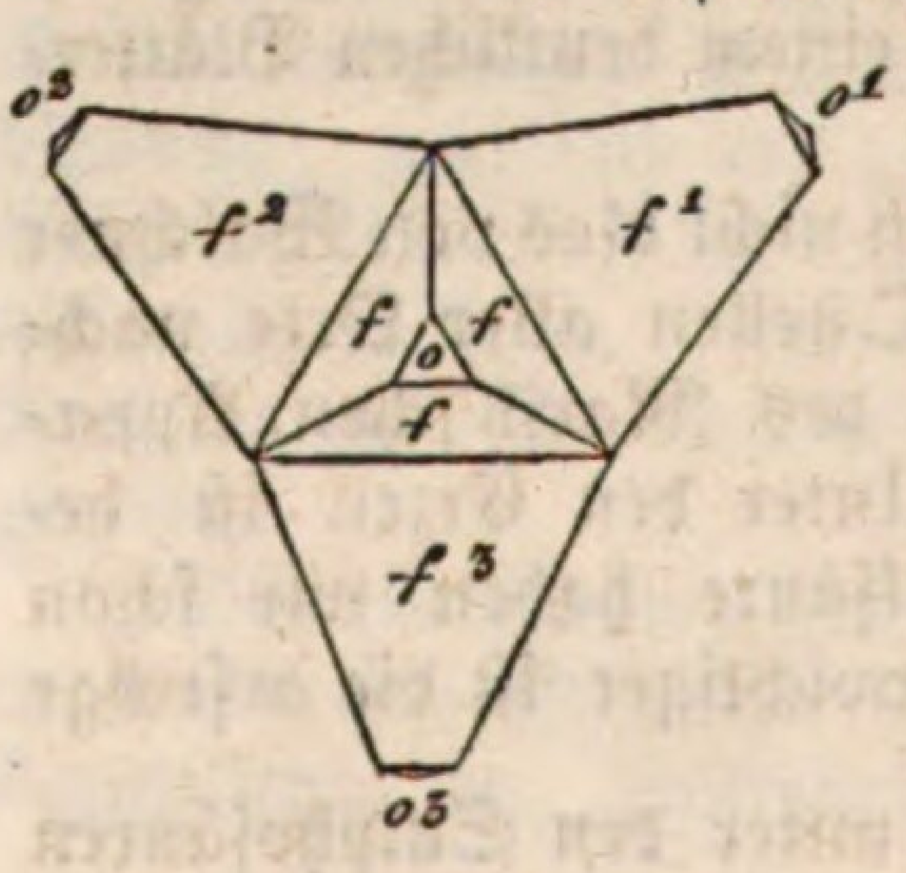
mon in Rhomboedern von 85°—86°, allein der Blätterbruch entspricht daran der ersten sechsseitigen Säule a : a : ∞a : ∞c, auch die Gradendfläche c : ∞a : ∞a : ∞a ist etwas blättrig. Das sind bei Gleichheit der Form immerhin merkwürdige Unterschiede von Antimon und Arsen.

Zinnweiß bis Stahlgrau, Härte 2—3, milde, Gew. 6,3.

Auf Kohle schmilzt es so leicht als Antimon, brennt aber mit grünlicher Flamme, pag. 146. Ein Rettiggeruch kommt vom beigemischten Selen. Nach Petz 97,2 Te und 2,8 Gold. Auf Gängen im Grauwackengebirge von Facebay.

Tellurwismuth (Pogg. Ann. 21. 595) aus einer Lettenkluft der Grünsteinformation von Schoubkau bei Schemnitz in Ungarn, wird von G. Rose wegen seiner rhomboedrischen Form hierhin gesetzt. Die Krystalle sind nur mit ihrem ausgezeichneten Blätterbruch o = c : ∞a : ∞a : ∞a in Zwillingen meßbar. Darnach berechnet hat das gewöhnlich vorkommende Rhomboeder f = $\frac{1}{2}$a' : $\frac{1}{2}$a' : ∞a : c 66° 40' in den Endkanten, mit ihm verbindet sich m = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{4}$a : ∞a : c, doch sind m und f häufig so krumm, daß man sie für Säulenflächen nehmen könnte. Das Hauptrhomboeder a : a : ∞a : c 81° 2' in den Endkanten kommt nicht vor, allein es bestimmt die Zwillinge: in denselben legen sich, wie beim





Antimon pag. 503, die Endkanten der Hauptrhomboeder in eine Flucht, die Gränze der Zwillingsindividuen stehen folglich senkrecht gegen die Endkante. Zwei Rhomboederflächen f und f' kehren sich folglich gegen einander, und die meßbaren Blätterbrüche o/o' schneiden sich unter 95°. Häufig bilden sich Vierlinge, indem an ein Hauptindividuum f sich drei Individuen f^1 f^2 f^3 anlegen. Man darf sich nur das Hauptrhomboeder, welches das nächste stumpfere je von f f' f^2 f^3 bilden, hinzudenken, so liegen mit den Endkanten des Hauptindividuums je eine Endkante der drei Nebenindividuen in einer Flucht. Damit ist eine dreigliedrige Ordnung geschlossen. Haidinger, dem wir die Bestimmung danken, hat wegen der Häufigkeit von Vierlingen (τετράδυμος) das Mineral Tetradymit genannt.

Licht bleigraue Farbe mit starkem Glanz auf dem frischen Blätterbruch, die Oberfläche matt wie Blei. H. = 2 und milde, Gew. 7,5.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, verbreitet einen schwachen Selengeruch, und beschlägt innen die Kohle gelb (Wismuth), außen weiß. Dabei glänzt ein Metallkorn, was immer kleiner wird. 58,3 Bi, 36 Te, 4,3 S, was vielleicht zu der Formel Bi^2 Te^2 S führt. Auf den Goldlagern von Virginien kommen Blätter im Glimmerschiefer vor (Silliman Amer. Journ. 2 ser. 10. 78). Dagegen weicht Werner's

Molybdänsilber von alten Halden zu Deutsch-Pilsen ohnweit Gran im Gehalte etwas ab: 61,1 Bi, 29,7 Te, 2 Ag, 2,3 S. Zu San José bei Villaricca in Brasilien kommt im Marmor der Goldlager etwas ganz ähnliches vor, man könnte es mit glimmerigem Eisenglanz verwechseln (Hausmann Leonhard's Jahrbuch 1852. 698), es sind blättrige sechs-

seitige Tafeln. Die Analyse von Damour gab aber 79,1 Bi, 15,9 Te, 3,1 S, 1,5 Se.

Tellursilber Ag Te, G. Rose Pogg. Ann. 18. 64, kommt nesterweis im Talkschiefer auf der Grube Sawodinski bei Barnaul am Altai in Centnerschweren Blöcken vor, ist körnig, Gew. 8,5, lichter und etwas weniger geschmeidig als Glaserz, 62,4 Ag, 36,9 Te. Petz (Pogg. Ann. 57. 471) führt es auch von den Goldgängen bei Nagyag in Siebenbürgen auf, wo es in Begleitung von

Tellursilbergold (Ag, Au) Te sich fand, dieses hat 46,7 Ag, 18,3 Au, 35 Te. Gew. 8,8, Farbe dunkeler, Geschmeidigkeit noch geringer als bei Ag Te. Wegen ihrer Aehnlichkeit mit Glaserz könnten sie regulär sein.

Tellurblei, Pb Te, auf der Grube Sawodinski dem Tellursilber beigemischt, hat einen dreifachen Blätterbruch, wie Bleiglanz. Läßt sich zu Pulver reiben, gelblich zinnweiß, Härte 3.

Das Tellur steht zum Golde in einer merkwürdigen Beziehung, wie Schrifterz und Blättererz beweisen, worin neben Gold Tellur einen wesentlichen Bestandtheil bildet. Auch soll zuweilen Tellurige Säure (T̈e) das gediegene Tellur begleiten. Zur Gewinnung des Tellur dient vorzüglich das Tellurwismuth, welches in Beziehung auf Menge das wohlfeilste ist.

Das Zink, bläulich weiß, steht zwar zwischen Spröde und Geschmeidig in der Mitte. Allein sein deutlich blättriger Bruch stellt es zu den Rhomboedrischen. Nach Nöggerath kommen auf der Zinkhütte bei Aachen reguläre sechsseitige Säulen mit Gradendfläche vor. Auf den Zinkhütten von Oberschlesien erzeugen sich dagegen durch Sublimation Formen, die Niklès für pentagondodekaedrisch hielt. Nach G. Rose sollen es jedoch Polyeder sein, wie sie beim Erkalten der Perle des phosphorsauren Bleies pag. 389 sich bilden. Auch Cadmium verhält sich so (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 292). Als

Anhang

erwähnen wir auch hier die gediegenen Metalloide, um alle einfachen Körper zusammengestellt zu haben. Doch sind es nur zwei freilich sehr ungleiche, Schwefel und Graphit, welche außer dem Diamant pag. 241 mineralogische Bedeutung erlangen.

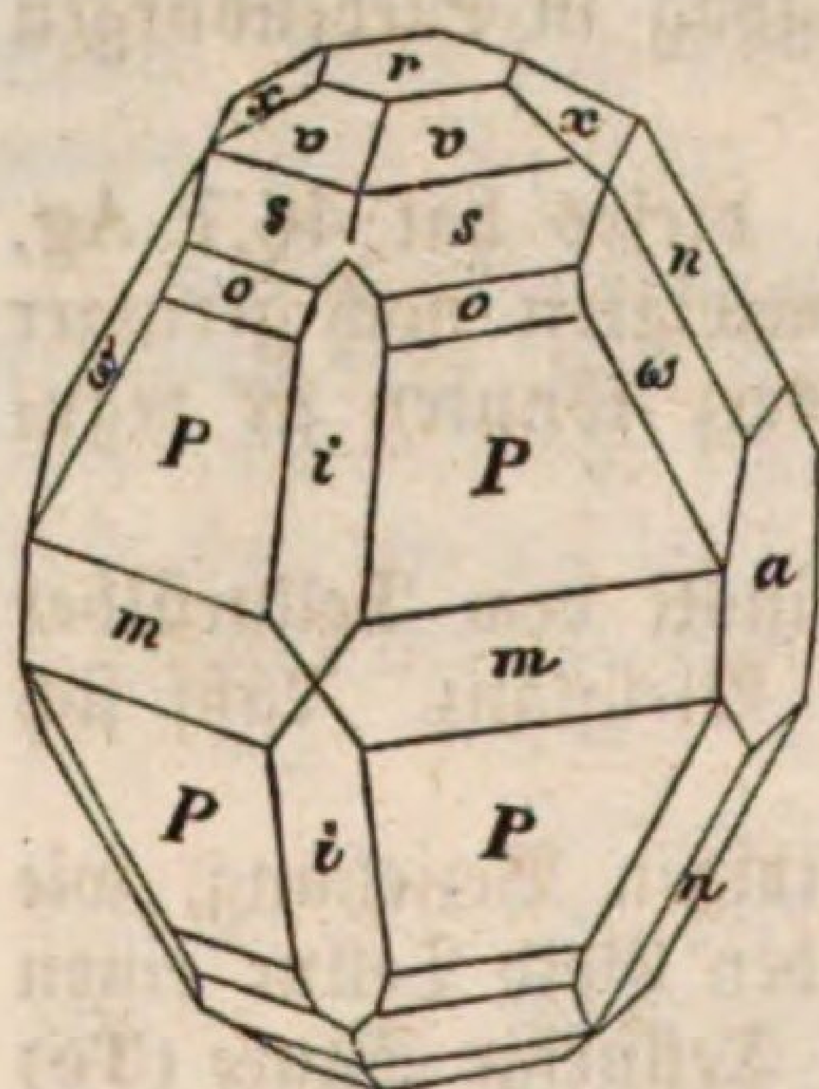
13. Schwefel.

Swibla Ulfilas, *θεῖον* göttliches Räucherwerk, weil man bei Opfern dem angezündeten Schwefel reinigende Kraft zuschrieb. Sulphur Plinius 35. 50.

Dimorph 2gliedrig und 2 + 1gliedrig. In der Natur findet sich nur der 2gliedrige, welcher durch Sublimation aus Schwefelgas in Spalten der Vulkane, brennender Steinkohlen oder in den Röſthaufen der Schwefelerze sich bildet. Besonders schön erhält man die künstlichen aus Auflösungen im Schwefelkohlenstoff ($C S^2$). Diese farblose Flüssigkeit löst

das Doppelte ihres Gewichts vom Schwefel auf, und läßt, da sie schnell verdampft, den gelösten Schwefel in schönen 2gliedrigen Krystallen fallen. Es herrscht das 2gliedrige Oktaeder P = a : b : c, vordere Endkante a : c 106° 38′, seitliche Endkante b : c 84° 58′, Seitenkante a : b 143° 16′, gibt

$$a : b = \sqrt{0,1825} : \sqrt{0,2781},$$
$$lga = 9,63065, \; lgb = 9,72213.$$

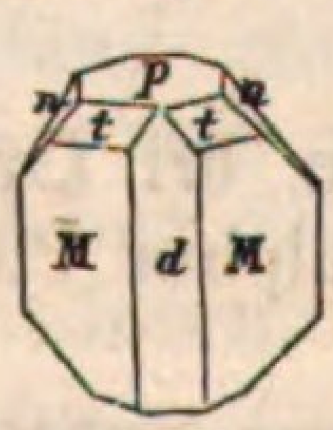


Die Flächen P sehr undeutlich blättrig. Die gerade Abstumpfung der seitlichen Endkante n = b : c : ∞a findet sich fast immer, viel seltener dagegen die Abstumpfung der Seitenkante m = a : b : ∞c 101° 56′, welche auch etwas blättrig sein soll. Die Gradendfläche r = c : ∞a : ∞b hat die Winkel der Säule, sie dehnt sich zuweilen sehr stark aus. Aber selten fehlt zwischen P und r das stumpfere Oktaeder s = a : b : $\frac{1}{3}$c mit 90° 15′ in den Seitenkanten. Durch seine Ausdehnung werden die Krystalle sehr verzogen; a = b : ∞a : ∞c findet sich öfter. Selten v = a : b : $\frac{1}{5}$c, o = a : b : $\frac{1}{2}$c, x = b : $\frac{1}{3}$c : ∞a, w = b : c : 3a, b : c : $\frac{1}{3}$a, i = a : c : ∞b. Auch Zwillinge, welche m = a : b : ∞c gemein haben und umgekehrt liegen, kommen in seltenen Fällen vor (Solfatara), siehe Zeitschrift deutsch. Geol. Gesellsch. IV. 167.

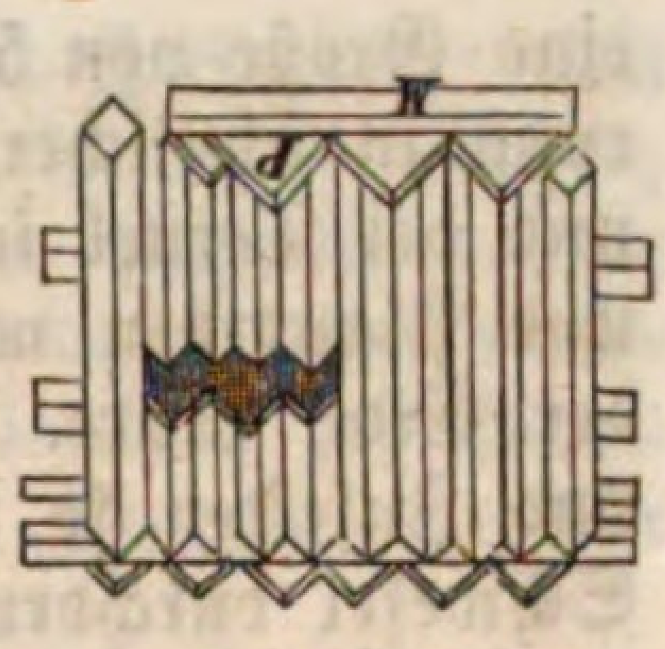
2 + 1gliedriger Schwefel entsteht nach Mitscherlich (Abh. Berl. Akad. Wiss. 1822. pag. 45), wenn man größere Mengen schmilzt, langsam erkalten läßt, die Kruste nach einiger Zeit durchschlägt, und den flüssigen abgießt. Es zeigt sich dann im Innern ein Gewirr von Strahlen M, längs welchen sich dünne Tafeln P sägeförmig anlagern, die mit den Strahlen sich in Zwillingsstellung befinden nach dem Gesetz der Bavenoer Zwillinge des Feldspaths. Eine geschobene Säule M = a : b : ∞c bildet vorn 90° 32′. Die Schiefendfläche (bei den Tafeln die breite Fläche bildend) P = a : c : ∞b 84° 14′ gegen Axe c macht vorn die stumpfe Kante P/M = 94° 6′. Blättrige Brüche sollen vorhanden sein, aber sie sind nicht deutlich. Setzen wir aus der Diagonalzone von P die Fläche n = a : c : $\frac{1}{2}$b, 90° 18′ über P bildend, so ist die Abstumpfungsfläche der vordern stumpfen Hendyoederkante t = c : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{2}$b. Häufig ist auch Fläche d = a : ∞b : ∞c, die vordere Säulenkante abstumpfend. Flächen d t n liegen in einer Zone.



Die Zwillinge haben n gemein und liegen umgekehrt (aber nicht wie bei Mitscherlich l. c. Fig. 11), d. h. legt man zwei Individuen mit n parallel, und verdreht senkrecht auf n das eine um 90° gegen das andere, so kommt das Bavenoer Zwillingsgesetz des Feldspaths pag. 184. Die beiden nicht einspringenden n müssen sich dann unter 179° 24′ schneiden. Es fanden sich bis jetzt noch keine Vierlinge. Die Zwillinge dagegen bilden nicht selten ein ganzes Getäfel, an dem die Strahlen der einen Seite quer gegen die der andern stehen.







Aus den Strahlen erheben sich dann Täfelchen, welche senkrecht gegen die Strahlen stehen. An den Täfelchen, die durch Ausdehnung von P geworden sind, beobachtet man sämmtliche Flächen leicht. Auch ist die Richtung der Tafeln auf beiden Seiten gegen einander senkrecht, wenn man von wenigen Minuten absieht.

Frisch sind diese Krystalle klar, sie werden aber schnell undurchsichtig, wie der geschmolzene Schwefel, weil selbst im festen Zustande die einzelnen Atome sich noch zu der Form gruppiren, welche ihrem Temperaturzustande entspricht. Daher scheint auch der 2gliedrige Schwefel undurchsichtig zu werden, wenn man ihn in einer Salzlauge (111°) kocht, denn 111° ist der Schmelzpunkt, worin die 2gliedrige Form zur 2 + 1gliedrigen wird. Indeß will Pasteur (Pogg. Ann. 74. 94) auch aus Schwefelkohlenstoff 2 + 1gliedrige Krystalle erhalten haben. Und Brame (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 106) behauptet, daß auch der geschmolzene Schwefel beständig 2gliedrig krystallisire, und nur dann 2 + 1gliedrig, wenn flüssiger im Ueberschuß vorhanden sei. Beim Uebergang aus einer Form in die andere wird Wärme frei.

Härte 2, milde, Gew. 2. Vollkommen muscheliger Bruch mit Fettglanz, und fettig, denn es haftet kein Wasser darauf. Beim Reiben entwickelt er einen eigenthümlichen Geruch, besonders bei großen Vorräthen merklich, und das Silber läuft von ihm an. In der warmen Hand an das Ohr gehalten erregt er ein starkes Knistern und Knacken. Gelbe Farbe (Schwefelgelb) mit einem Stich ins Grün, der geschmolzene wird oraniengelb bis braun, und nach Schönbein erscheint der krystallisirte gelbe Schwefel bei — 50° fast farblos. Durchscheinenheit ist sehr verschieden, die klaren zeigen eine starke Strahlenbrechung, Brechungsexponent = 2.

Brennt mit blauer Flamme unter Geruch von schwefliger Säure SO^2. Bei 111° C. schmilzt er zu einer klaren bernsteingelben Flüssigkeit; bei 160° C. fängt er an dickflüssig und braun zu werden. Gießt man solchen dickflüssigen ins Wasser, so bildet er einen elastischen Teig, der sich nach Art des Gutta Percha in Fäden ziehen läßt, nach einigen Tagen ist er aber wieder spröde, wie Stangenschwefel. Bei 200° fließt er nicht mehr aus dem Gefäß, bei 250° wird er wieder flüssiger, bis er endlich bei 420° C. mit orangenfarbigem Dampf kocht, der in geschlossenen Gefäßen unverändert überdestillirt. Es scheint, daß in den Vulkanen die Schwefelkrystalle aus solchen Schwefeldämpfen entstehen. Läßt man ihn von hier ab erkalten, so geht er wieder die verschiedenen Grade der Flüssigkeit hindurch bis zum Schmelzpunkte. Bei der ganzen Operation dehnt er sich gleichmäßig aus.

Fundorte des gediegenen Schwefels sind hauptsächlich zweierlei:

1) mit Gyps und Bitumen besonders der tertiären Formation. Hier durchdringt der Schwefel gewöhnlich in amorpher Gestalt die Thonschichten, aus welchen er abgesaigert wird. Sicilien, was allein jährlich $1\frac{1}{2}$ Millionen Centner liefert, ist besonders damit bedacht. Der alttertiäre Thonschlamm ruht auf Hippuritenkalk in Nachbarschaft von Gypsgebirgen, und wenn Klüfte darin entstehen, so sind sie mit Krystallen von Cölestin pag. 473, Gyps, Kalkspath und Schwefel ausgekleidet, letztere können

eine Größe von 5 Zoll erreichen. In Spanien wiederholt sich diese Lagerung in ähnlicher Weise: die Krystalle von Conil bei Cadir sind berühmt, und bei Teruel in Arragonien sind Myriaden von Lymnäen, Paludinen und Planorben mit Schwefel erfüllt, ohne daß man den Faden zur Tiefe der Erde fände. Zu Radoboj in Croatien ist der durch seine Pflanzen und Insekten so berühmte Tertiärschlamm von braunem und graugelbem Schwefel durchdrungen. Noch bekannter sind die Schwefellager von Swoszowice bei Krakau über Jurakalk und Karpathensandstein zwischen Pflanzen- und Thierresten, Leonhard's Jahrb. 1851. 732. Gemmellaro (Leonhard's Jahrb. 1835. 1) hat behauptet, daß dieser Schwefel verfaulten Seethieren seinen Ursprung verdanke. Theilweis mag das wahr sein, vorzüglich geschah es aber durch Vermittlung von Schwefelwasserstoff der in so vielen Quellen sich findet, und bei Berührung mit dem Sauerstoff der Luft Schwefel ausscheidet. Daher das Vorkommen von Schwefel in alten Kloaken, an schlammigen Seeküsten. Da nun ferner das Bitumen auf Gyps (so wie überhaupt auf schwefelsaure Salze) zersetzend einwirkt, es bilden sich $\ddot{C}$ und $Ca\,S$, welche bei Gegenwart des Wassers zu $\dot{Ca}\,\ddot{C}$ und $H\,S$ werden, so mögen dem viele Vorkommen ihren Ursprung danken, wie z. B. die derben krystallinischen Ueberzüge im Kalkspath des Salzgebirges von Sublin bei Ber. Der gediegene Schwefel dringt auf diese Weise in die versteckteften Fugen der Berge.

2) Vulkanischer Schwefel, der sich in Vulkanen und bei Erdbränden aller Art erzeugt, kann zwar zum Theil im Schwefelwasserstoff und der schwefligen Säure seinen Grund haben, welche bekanntlich einen Gehalt der Fumarolen bilden, allein einiger scheint sich entschieden durch Sublimation des gediegenen Schwefels gebildet zu haben, doch folgt daraus keineswegs sein Sitz im Erdinnern, tief unter allem Flözgebirge. Nach 25 bis 30 Jahren ist der destillirte Sand der Solfatara bei Pozzuoli wieder voll und zu gebrauchen. Als Unterarten kann man etwa auszeichnen:

a) Krystallinischen Schwefel. Der Glanz im Maximum, und die schöne schwefelgelbe Farbe. Girgenti, Conil, Czarkow in Gallicien, Ber.

b) Muscheliger Schwefel ist amorph, von strohgelber bis brauner Farbe, die bei bituminösen sich ins Schwarze zieht (Radoboj). Der Glanz hat sehr abgenommen. Bildet auf Schwefellagern das wesentlichste Material. Er verbrennt nicht ohne Rückstand.

c) Mehlschwefel, eine zerreibliche Masse, die wie die Schwefelblumen aus lauter kleinen Krystallen besteht. Der meiste vulkanische Schwefel, besonders von Island, gehört dahin. Im Braunkohlengebirge von Artern, sogar in den Feuersteinen von Poligny (Dep. Jura). Von ganz besonderer Schönheit mit einem starken Stich ins Grün ist der von Ignazi-Stollen zu Chotta, Tunstadter Herrschaft in Mähren. Auf der Insel Vulcano schmilzt er wieder zu einer orangenfarbigen Masse (Stalaktitischer Schwefel). In Schwefelquellen (Aachen, Ber) hängen solche Stalaktiten von weißer Farbe in die Wasserleitungen hinab. Und was dergleichen Abänderungen mehr sind.

Obgleich auf den Erzgängen die Metalle der Tiefe hauptsächlich an Schwefel gebunden sind, so findet er sich daselbst doch nur äußerst selten

gediegen, und auch dieser wohl nur in Folge späterer Zersetzung: mit Kupferkies und Bleiglanz auf Gängen im Grauwackengebirge bei Siegen, früher bei Rippoldsau mit Kupferkies im Granit. Die Schwefelmetalle (Schwefelkies) werden auf den Hütten auch hin und wieder zur Gewinnung des Schwefels benutzt. Anwendung findet besonders zur Bereitung der Schwefelsäure und des Schießpulvers statt. Zündmaterial für Schwefelhölzer.

Selenschwefel Stromeyer Pogg. Ann. 2. 410 färbt den Salmiak der Insel Vulcano oraniengelb. Del Rio will sogar gediegen Selen zu Culebras in Mexiko gefunden haben. Nach Mitscherlich sollen die stark glänzenden roth durchscheinenden Krystalle 2 + 1gliedrig sein.

14. Graphit.

Werner gab ihm den Namen. Früher wurde er mit Wasserblei (Molybdän) verwechselt, bis Scheele 1779 zeigte, daß er ein brennbarer Körper sei. Die Engländer nennen ihn noch heute **Plumbago** (Bleischweif) und Hauy hielt ihn anfangs für **fer carburé**, Reißblei.

Reguläre sechsseitige Säulen, mit stark blättriger Endfläche, wornach er ein glimmerartiges Aussehen bekommt. Mohs gibt ein Dihexaeder an. Krystalle sehr selten: in Geschieben von Grönland mit Granat, Quarz und Adular; im labradorisirenden Feldspath von Friedrichswärn, auf dem Magneteisenlager des Gneises von Arendal. Eisenschwarz bis dunkel stahlgrau, milde, fettig, abfärbend. Opak mit Metallglanz. Härte 2, Gew. 2,4, aber meist leichter wegen innerer Luftblasen. Leiter der Electricität.

Vor dem Löthrohr brennt er außerordentlich schwer, verpufft aber mit Salpeter. Wird allgemein als reiner Kohlenstoff angesehen, also dimorph mit Diamant pag. 241, auch hat der Barrowdaler in den besten Sorten 96 p. C. Kohle, der aus dem körnigen Marmor von Wunsiedel gibt sogar nur 0,33 p. C. Asche, andere scheinbar sehr reine haben dagegen 20 und mehr p. C. Asche. Sehr merkwürdig ist die Leichtigkeit, mit welcher die schwarzen Graphitblättchen bei Hochöfen aus der Schlacke wie aus dem Roheisen krystallisiren. Aeltere Chemiker hielten diese für Carburete des Eisens, da sie viele Eisenschüppchen enthalten. Allein Karsten hat gezeigt, daß man ihnen mit Salzsäure das Eisen entziehen kann, ohne Gasblasen zu entwickeln. Es ist daher ohne Zweifel krystallisirte Kohle, nur nicht so krummblättrig, als der natürliche Graphit.

Wir finden Graphitpartikel eingesprengt in den Gneis von Passau, in den Feldspathporphyren von Elbingerode, in den Marmor von Untersteiermark 2c. Dagegen kommt Graphit in lagerartigen Massen vor, die an Steinkohlenbildungen erinnern, ja am Col du Chardonnet bei Briançon ist das Lager sogar von Pflanzenabdrücken begleitet, so daß Dufrénoy sämmtlichen Graphit für durch Feuer veränderte Kohle ansieht. Die unreinen Lager in dem verwitterten Granit von Pfaffenreuth nördlich Griesbach bei Passau sind in Deutschland besonders bekannt, sie liefern das Material zu den Passauer Tiegeln. Hoch berühmt für die feinsten Bleistifte und seit 1667 im Gange waren die Gruben aus dem Thonschiefergebirge von Barrowdale bei Keswick in Cumberland. Sie wurden nur einmal jährlich geöffnet,

und für 3000 ℔ Sterling auf den Londoner Markt geworfen. Allein der jetzige ist schlecht (Pogg. Ann. 72. Ergänzungsband pag. 362). In neuern Zeiten steht besonders der Ceylanische im hohen Ansehen, derselbe ist krystallinisch blättrig, die Blätter gemein biegsam wie Talk. Unsere deutschen sind in Lagern schuppig und feinkörnig, der gute Englische ist dagegen ganz dicht. Durch starken Druck (von 20,000 Ctr.) kann das Pulver in dichte sägbare Massen verdichtet werden. Bleistifte, Ofenanstrich, Friktionsschmiere, Schmelztiegel.

Den Phosphor erhielt Mitscherlich aus einer Lösung in Phosphorschwefel in Granatoedern (Abh. Berl. Akad. 1822. 47).

Jod bildet 2gliedrige Dodekaide wie Strahlzeolith pag. 278, nach Wollaston a : b : c = 4 : 3 : 2. Marchand Pogg. Ann. 31. 540 gibt es auch 2gliedrig an.

Kalium krystallisirt bei der Sublimation in Würfeln, auch die Schnittflächen zeigen Würfelzeichnungen.

Vierte Classe.

Oxydische Erze.

Es zählen dahin die verschiedenen Oxydationsstufen der Metalle entweder für sich allein, oder mit Wasser (Hydrate).

Die Alkalien ($\dot{K}$, $\dot{Na}$, $\dot{Li}$) und alkalischen Erden ($\dot{Ca}$, $\dot{Mg}$, $\dot{Ba}$, $\dot{Sr}$) sind zu starke Basen, als daß sie ohne Säure in der Natur sich halten könnten. Nur als Seltenheit findet sich Magnesia ohne und mit Wasser pag. 206. Selbst die eigentlichen Erden ($\ddot{\bar{Zr}}$, $\ddot{\bar{Be}}$, $\dot{Th}$, $\dot{Y}$) sind mit Ausnahme der $\ddot{\bar{Al}}$ (Korund) nicht indifferent genug gegen Säuren und Basen. Alle diese Stoffe zeichnen sich dadurch aus, daß sie sich in sehr beschränkten Gränzen mit Sauerstoff verbinden.

Anders verhalten sich die Metalle. Zwar lieben die edlen (Au, Ag, Hg, Pt, Pd, Jr, Os, R) auch die Verbindung mit Sauerstoff nicht, schon schwacher Temperaturwechsel desoxydirt sie, oft unter starker Detonation. Desto gewöhnlicher treffen wir gewisse Oxydationsstufen der unedlen Metalle, namentlich wenn sie schwache Basen oder Säuren vertreten können, oder wenn der Sauerstoff sich so vertheilen läßt, daß man einen Theil als Säure, den andern als Base ansehen darf, z. B. $Fe^3 O^4 = \dot{Fe}\,\ddot{\bar{Fe}}$ $\dot{Mn}^3 O^4 = \dot{Mn}\,\ddot{\bar{Mn}}$.

Die oxydischen Erze haben fast alle Charakterfarben pag. 116, aber dunkele und metallische, auch ist die Farbe des Striches nicht zu übersehen. Das Gewicht hoch. Die technische Wichtigkeit des Gehaltes macht sie zum Gegenstand des Bergbaues. Nach ihrem Metall lassen sie sich sehr bequem unterabtheilen.

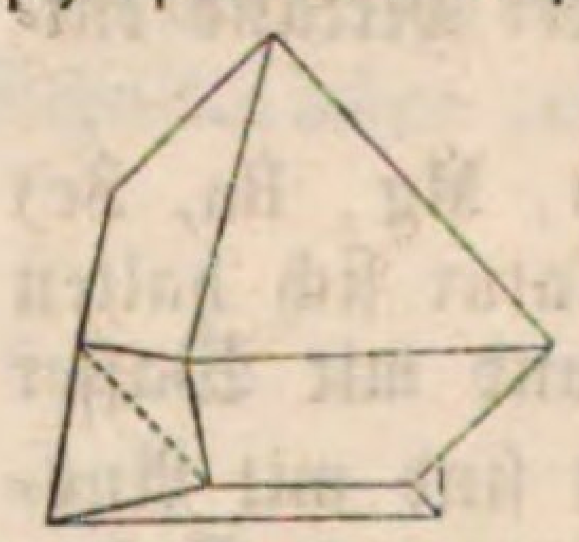
a) Eisenerze.

Mit und ohne Wasser. Unter allen Erzen der Erde die verbreitetsten, und für Eisengewinnung die besten. Im Feuer- und Wassergebirge, beim Zersetzen und beim Entstehen der Felsen spielen sie eine Rolle, wenigstens verdankt ihnen die größte Zahl der Minerale ihre Farbe. Denn Eisen färbt schwarz, braun, gelb, roth, selbst blau: die antike Vase im brittischen Museum, 36,000 ℔ Sterling geschätzt, besteht aus dunkelblauem Glase, worauf sich blendend weiße Reliefs erheben von unübertrefflicher Schönheit. Kupferfärbung ist es nicht, Kobalt kannten die Alten nicht, folglich wird es Eisen sein, wie im Sapphir. Eisen färbt auch das Blut der Thiere.

1. Magneteisen.

Der berühmte Magnes oder Magnetis der Alten Plinius hist. nat. 36. 25, nach einem Hirten genannt, der ihn auf dem Berge Ida entdeckte: clavis crepidarum et baculi cuspide haerentibus, cum armenta pasceret (weil die Nägel seiner Schuhe und die Spitze seines Stabes hängen blieben). Nach Aristoteles soll der Name von Magnesia am Berge Sipylus nordöstlich Smyrna stammen, allein hier kam Talk pag. 201 vor, daher die häufige Verwechselung beider. Die Griechen nannten ihn ἡράκλεια, was wieder an den Probierstein pag. 178 erinnert. Agricola 603 beginnt damit sein 5tes Buch de natura fossilium. Fer oxydulé, oxydulated Iron.

Eisenoxydoxydul $\dot{F}e\,\dddot{\overline{F}}e$, reguläres System, isomorph mit Spinell pag. 254. Einfaches Oktaeder nebst Zwilling gewöhnlich im Chloritschiefer der Alpen eingesprengt. Das Granatoeder a : a : ∞a stark



nach der langen Diagonale gestreift mit sehr glänzenden kleinen Oktaederflächen, welche die dreikantigen Ecken, auch wohl rauhe Leucitoederflächen = a : a : ½a, welche schwach die Kanten, abstumpfen, kommen ausgezeichnet bei Traversella nordwestlich Ivrea in Drusenräumen vor. Die Streifen deuten zwar auf eine Blättrigkeit der Oktaederflächen, doch ist dieselbe sehr undeutlich. Zuweilen tritt daran auch der Würfel auf, Graubath in Steiermark. Bei Schwedischen schärft nach Dufrénoy am Granatoeder auch das Leucitoid = a : a : ⅓a die vierkantigen Ecken zu, Flächen auf Granatoederkanten aufgesetzt. Pyramidenoktaeder = a : a : 2a und Pyramidenwürfel = a : ½a : ∞a sind selten. Breithaupt (Pogg. Ann. 54. 153) gibt bei Schwarzenberg sogar ein Leucitoid a : a : $\frac{1}{10}$a ꝛc. an, was fast einem Würfel gleicht, auf dessen Flächen sich die Diagonalen parallel den Würfelkanten etwas erheben.

Dimagnetit Shepard (Silliman Amer. Journ. 13. 392) von Monroe in Orange Co. soll dieselbe Zusammensetzung wie Magneteisen haben, aber zweigliedrig sein, Säulen von 130° erreichen 1½ Zoll Länge und liegen auf Magneteisen. Darnach wäre Eisenoxydoxydul dimorph?

Eisenschwarz mit schwarzem Strich, die Oberfläche besonders auf frischem Bruch gern etwas bräunlich anlaufend. Metallglanz unvollkommen, nur die Oktaederflächen der Granatoeder von Traversella glänzen sehr stark. Härte 6, Gew. 5, die reinsten Zillerthaler sogar 5,18, die im Kalkspath gehen auf 4,9 herab.

Stark magnetisch pag. 122, die frischen Krystalle sind es aber weniger, als die derben rostigen Massen. Es ist der natürliche Magnet, aus welchem bereits die ägyptischen Priester ihren Götzenbildern mystische Augen machten, die so befestigt waren, daß sie vermöge ihrer Polarität nach Osten, dem astrologischen Paradiese, blickten (Pogg. Ann. 76. 302). Im 12ten Jahrhundert wird in einem provençalischen Gedichte von Guyot eine Nadel beschrieben, die auf Stroh im Wasser schwimmend sich gegen den Polarstern wende, und Marco Polo sah bei den Chinesen schon Magnetnadeln.

Vor dem Löthrohr sehr schwer schmelzbar, mit Borax im Oxydationsfeuer wird das Glas gelblich oder farblos, im Reductionsfeuer bouteillen-

grün. Eisenoxydoxydul $\dot{F}e\,\dddot{F}e$, die Analysen der Magneteisensteine von Norra durch Berzelius lieferten 71,86 Fe und 28,14 O oder 31 $\dot{F}e$ und 69 $\dddot{F}e$, was sehr genau mit der Formel stimmt. Die schaligen von Arendal hatten 2 p. C. $\dot{M}n$. Daß es keine feste Verbindung von $Fe^3\,O^4$ sei, zeigt schon die Auflösung des schwarzen Pulvers in wenig Salzsäure, wodurch vorzugsweise $\dot{F}e$ ausgezogen wird und $\dddot{F}e$ als bräunlicher Rückstand bleibt, der sich erst in mehr Säure löst. Es bildet sich dann $Fe\,Cl + Fe^2\,Cl^3$, und erhitzt man mit ein wenig Salpetersäure, so wird das Ganze zu Eisenchlorid, welches durch Ammoniak als $\dddot{F}e\,\dot{H}$ gefällt und durch Waschen und Glühen in $\dddot{F}e$ verwandelt wird. Aus der Zunahme des Sauerstoff's kann man dann berechnen, wie viel $\dot{F}e$ vorhanden war. Löst man es unter einer Atmosphäre von Kohlensäure, damit sich nichts oxydire, und digerirt die Flüssigkeit bei 100° C. mit Silberpulver, so gibt das Eisenchlorid an das Silber Chlor ab, es muß also Eisenoxyd enthalten. Gießt man umgekehrt zur gleichen Lösung Kaliumgoldchlorid $K\,Cl + Au\,Cl^3$), so verwandelt sich das Eisenchlorür auf Kosten des Goldchlorids in Eisenchlorid, und metallisches Gold wird ausgeschieden. Es muß also Oxydul enthalten. Auch kohlensaurer Kalk fällt aus der Lösung nur die dreiatomigen Basen, also Eisenoxyd, die einatomigen dagegen, also $\dot{F}e$, nicht, Pogg. Ann. 23. 348.

Beim Rösten schwedischer Eisenerze und beim Schmelzen französischer, überhaupt bei Hüttenprocessen, erzeugen sich öfter Oktaeder von Magneteisen. Die Backsteine im Feuergewölbe der Sudpfannen bei Salinen (Friedrichshall) überkleiden sich mit den schönsten Oktaedern. Diese Verflüchtigung des Eisens erinnert lebhaft an die Bildung in Laven des Vesuv und Aetna. Das Eisenchlorid verflüchtigt sich nämlich, und wird beim Zutritt von Wasserdämpfen zersetzt. Es bildet sich Eisenoxyd, was bei starker Hitze Sauerstoff fahren läßt. Denn in der Weißglühhitze fallen vom Eisen Tropfen von $\dot{F}e\,\dddot{F}e$ herab, die man nicht für geschmolzenes Eisen halten darf. Der Eisenhammerschlag enthält aber um so mehr $\dddot{F}e$, je weniger er erhitzt wird.

Darnach sollte man das Magneteisen wesentlich für ein Feuerprodukt halten, auch danken die schwarzen Laven und Basalte ihm die Farbe.

K r y s t a l l e findet man besonders schön im Chloritschiefer und in andern talkigen Gesteinen der Alpen. Im Gneise und Glimmerschiefer bildet er nicht blos Lager, sondern ganze Stückgebirge. Unsere deutschen Urgebirge sind daran nicht reich, Hofgut des Küchlesbauer im Höllenthal bei Freiburg, derbe Stücke im Gneis. Desto reicher ist S c h w e d e n. Aus dem überall zu Tage tretenden Gneise der skandinavischen Halbinsel beißen nicht blos Lager, sondern ganze Magnetberge hervor, an ihren Gränzen reich von Mineralien durchzogen, wie z. B. bei Arendal. Das Erz ist körnig bis dicht, zwischen die Körner liegen stellenweis blättrige Oktaeder von dunkelerer Farbe eingesprengt (Taberg), auch mischt sich die Erzmasse mit fasrigem Strahlstein, wie beim sogenannten „fasrigen Magneteisen" von Bitsberg und Taberg, doch gibt die Hornblende eine gute Schlacke. Weite Löcher (Pingen) von schauerlicher Tiefe führen vom Tage aus hinab, in deren Tiefe der Bergmann mit Gletscherbildungen zu kämpfen hat! So stehen die altberühmten Gruben (25) von Dannemora nördlich Upsala auf einem 180′ breiten Stock, den Chlorit und

Kalkspath durchschwärmen. Einzelne derselben haben ¼ Stunde Umfang bei 400′ Tiefe! Die Persberger Gruben sind sogar über 600′ tief, 500′ reicht das Tageslicht, auf dem Grunde häuft sich das Eis zu 90′ Mächtigkeit an, was herausgeschafft werden muß! In Norbotten 67°—68° N. Br. finden wir die Lager von Svappavara, von Kerunavara (800′ dick und 8000′ lang), am Berge Gellivara sogar 10,000′ breit und 16,000′ lang mit Eisenglanz. Dieses schwedische Erz liefert das beste Eisen zur Stahlbereitung, daher wird es auch von den Engländern in großer Menge ausgeführt. Schon Agricola 526 sagt: ferrum Suedorum praestans.

Auch im Ural finden wir Magnetberge: der Wissokaja Gora erhebt sich westlich Nischne-Tagilsk aus der Ebene eines tauben Porphyrgesteines, sein löcheriges Erz ist über dem Hüttenteiche 1800′ lang, 1500′ breit und 250′ hoch. Mehrere Meilen nördlicher der Berg Blagodat (Seegen). Der Ural liefert 2½ Mill. Centner Eisen. Kleine Mengen finden sich am Harze, im Nassauischen ꝛc., der Vorkommen in Nord- und Südamerika zu geschweigen, wo sich z. B. in der Kupferregion am Lake Superior pag. 484 ebenfalls mehrere Tausend Fuß mächtige Eisenberge im Glimmerschiefer finden, welche aus Magneteisen bestehen, das in Rotheisenstein verwandelt ist.

Martit von Brasilien, Gew. 4,8, gleicht vollkommen den Magneteisenoktaedern vom Zillerthal, hat aber einen rothen Strich, ist folglich $\dddot{\text{F}}\text{e}$, ohne Zweifel aber in Folge von Afterbildung durch Aufnahme von Sauerstoff. Auch bei Framont und am Puy-de-Dôme kommen solche Afterkrystalle nach Dufrénoy vor. Daher mögen auch die von Monroe in New-York dahin gehören.

Magneteisensand.

Magnetischer Eisensand, fer oxydulé titanifère, wohl zu unterscheiden vom schwach magnetischen rhomboedrischen Titaneisen.

Man findet es hauptsächlich im Sande der Flüsse, aber hier auch außerordentlich verbreitet. Das Muttergestein sind Basalte und Laven. Die Körner haben einen stark glänzenden muscheligen Bruch, an Obsidianbruch erinnernd, daher auch schlackiges Magneteisen genannt. Zeigen selten Krystallflächen, doch gibt schon Cordier in den Bächen von Expailly bei le Puy Oktaeder und Granatoeder an. Hauptunterscheidungsmerkmal vom Titaneisensand bleibt der starke Magnetismus. Vor dem Löthrohr verhalten sie sich wie Magneteisen, mit Borax und Phosphorsalz bekommt man im Reduktionsfeuer besonders auf Zusatz von Zinn ein unter dem Abkühlen rothes Glas. Cordier fand 12—16 p. C. Titanoxyd. Klaproth zog mit dem Magnet kleine Körner aus dem Sande der Ostseeküste und fand 14 $\ddot{\text{T}}\text{i}$. Rammelsberg wies im schlackigen Magneteisen aus dem Basalte von Unkel bei Bonn 11,5 $\ddot{\text{T}}\text{i}$, 39 $\dot{\text{F}}\text{e}$, 48 $\dddot{\text{F}}\text{e}$ nach, es ist stark magnetisch. Ganz gleiches findet man im Basalttuff der Alp (Metzinger Weinberg), das bei der Verwitterung herausfällt. Der Sand zahlloser Flüsse, darunter auch der Goldsand, gibt beim Waschen einen schwarzen Rest solchen Eisenerzes, besonders wenn die Flüsse aus vulkanischen oder basaltischen Gebirgen herkommen.

I s e r i n nannte Werner die Körner, welche im aufgeschwemmten Lande auf der Iserwiese bei Markliſſa und Flinsberg auf dem Böhmischen Gehänge des Riesengebirges mit Korund, Granat, Rutil rc. zusammen gefunden werden. Schon Klaproth (Beiträge V. 206) hat ihn analysirt, und 28 $\ddot{\mathrm{T}}\mathrm{i}$ angegeben. Ein Theil davon ist stark magnetisch, und in diesem gibt H. Rose (Pogg. Ann 3. 168) sogar 50 $\ddot{\mathrm{T}}\mathrm{i}$. Ein anderer Theil ist nur sehr schwach magnetisch, und doch gleichen beide einander sehr, und unterscheiden sich namentlich auch durch den innern Glanz nicht vom schlackigen Magneteisen. Auch werden Würfel und Granatoeder angegeben. Den schwach magnetischen M e n a k a n i t rechnet man dagegen besser zum Titaneisen.

Franklinit.

Wurde von Berthier (Ann. des mines IV. 489) in der Franklin-Grube zu New-Yersey mit Rothzinkerz gefunden. Krystallisirt regulär, Oktaeder, Granatoeder und Leucitoeder kommen vor. Fettglanz, Eisenschwarz aber mit r ö t h l i c h g r a u e m S t r i c h. Härte 6, Gew. 5,1. Fast gar nicht magnetisch.

($\dot{\mathrm{Z}}\mathrm{n}$, $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$) ($\dddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$, $\dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$) nach Abich (Pogg. Ann. 23. 342) etwa 10,8 $\dot{\mathrm{Z}}\mathrm{n}$, 18,2 $\dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$. Salzsäure zersetzt das Pulver zu einer grünlich gelben Flüssigkeit unter Entwickelung von etwas Chlor, Beweis, daß ein Theil des Mangans höher oxydirt sein muß als Oxydul. Kleine Splitter im starken Feuer leuchten stark und sprühen kleine Funken, wie das Roheisen. Mit Soda im Reduktionsfeuer einen schwachen Zinkbeschlag auf Kohle. Hier würde sich dann weiter der Zinkspinell pag. 255 anschließen. Ebelmen stellte künstlich kleine Oktaeder von Z i n k f e r r i t $\dot{\mathrm{Z}}\mathrm{n}\,\dddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}$ dar, Erdmann's Journ. prakt. Chem. 54. 155.

Chromeisen.

Eisenchrom, fer chromaté, Chromate of Iron. Nach Hauy kennt man es schon seit 1710 von den Barehills bei Baltimore, wo es derb und in r e g u l ä r e n O k t a e d e r n vorkommt. Später fand es sich nesterweis im Serpentin von Frejus Dep. Var, und Vauquelin wies darin das Chrom nach, Klaproth (Beiträge IV. 132) analysirte es von Krieglach in Steiermark, was mit röthlichem Talk bricht. Dann hat es sich in den verschiedensten Serpentinen gefunden. Es ist das wichtigste Chromerz.

Blättriger Bruch unvollkommen, nach Mohs soll am Oktaeder e i n e r vorherrschen, dann müßte es rhomboedrisch sein, wozu die Zusammensetzung nicht stimmt. Neigt sich etwas ins Pechschwarze, und hat einen gelblich braunen Strich, aber mehr Fettglanz als Metallglanz. Härte 5, Gew. 4,5. Manche magnetisch, andere fast gar nicht, werden es aber nach dem Glühen in der innern Flamme.

Von Borax und Phosphorsalz langsam aufgelöst, heiß hat die Glasperle die Farbe des Eisens, kalt aber die s m a r a g d g r ü n e d e s C h r o m s, die auf Zusatz von Zinn lebhafter wird. Säuren lösen das feinste Pulver nicht, sondern ziehen nur etwas Eisen aus.

$\dot{F}e\,\dddot{C}r$, reine Abänderungen haben bis 60 Chromoxyd, fast alle einen Gehalt an $\dddot{Al}$, auch $\dot{M}g$ vom Muttergestein, also ($\dot{F}e$, $\dot{M}g$) ($\dddot{C}r$, $\dddot{Al}$). Das Chromeisenerz von Texas und Pennsylvanien ist öfter mit einer stalaktitischen Kruste von Emerald-Nickel (Nickelsmaragd) $\dot{N}i^3\,\ddot{C} + 6\,\dot{H}$ (Silliman's Americ. Journ. 2 ser. VI. 248) von smaragdgrüner Farbe bedeckt, und enthält selbst 2,3 $\dot{N}i$.

Auffallend bindet sich das Chromeisen stets an Serpentin und die ihn begleitenden Gebirge, worin es eingesprengt vorkommt. Auf dem Schwarzwalde bei Todtmoos, im Serpentin des Fichtelgebirges (Kupferberg), Schlesien, den Schottischen Inseln, besonders aber von Nordamerika (Hoboken) &c. Die schwarze Rinde am Platin des Urals enthält nach Herrman öfter 13,7 $\dddot{C}r$, sie sondert sich öfter in kleinen schwarzen graphitartigen Schuppen (Irit Journ. prakt. Chem. 23. 276) ab, welche vielleicht eine Zusammensetzung von ($\dot{J}r$, $\dot{O}s$, $\dot{F}e$) ($\dddot{J}r$, $\dddot{O}s$, $\dddot{C}r$) haben könnten. Diese Rinde ist daher ein wichtiges Moment, daß Serpentin das Muttergestein des Platins sein könnte. Ein Chromgehalt ist überdieß namentlich in den Bohnenerzen von Hannover, der schwäbischen Alp &c., selbst in den Meteorsteinen pag. 496 gefunden.

Obgleich Vauquelin das Chrom im Sibirischen Rothbleierz entdeckte pag. 412, so wurde seine schöne Farbe doch erst technisch wichtig durch das Chromeisen. Man mischt das feingeschlämmte Pulver mit Pottasche ($\dot{K}a\,\ddot{C}$) und Salpeter, und erhitzt stark. Es oxydiren sich dann $\dot{F}e$ und $\dddot{C}r$ zu $\dddot{F}e$ und $\dddot{C}r$, gebildet wird $\dot{K}\,\dddot{C}r$, was durch Behandeln mit Essigsäure die schönrothen Krystalle von $\dot{K}\,\dddot{C}r^2$ liefert, das zur Darstellung des Chromgelbs $\dot{P}b\,\dddot{C}r$ und Chromroths $\dot{P}b^2\,\dddot{C}r$ benutzt wird. Das Chromgrün = $\dddot{C}r$ gibt mit Glasflüssen die smaragdgrüne Farbe, die so feuerbeständig ist, daß sie selbst im Feuer des Porcellanofens nicht verschießt.

Das Chromoxyd $\dddot{C}r$ hat Wöhler aus der Chlorchromsäure ($\dddot{C}r$ Cl) in kleinen harten Rhomboedern dargestellt, indem er dieselbe langsam durch eine schwachglühende Glasröhre streichen ließ, wobei sie sich in O, Cl und $\dddot{C}r$ zersetzt. Svanberg (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 54. 188) setzte 18 Stunden lang saures chromsaures Kali der Hitze des Porcellanofens aus, dabei verflüchtigte sich Kalium, und $\dddot{C}r$ reducirte sich zu kleinen krystallinischen Flitterchen von $\dddot{C}r$. Dadurch scheint es bewiesen, daß $\dddot{Al}$, $\dddot{F}e$, $\dddot{C}r$ (auch $\dddot{B}e$) isomorph krystallisiren.

2. Eisenglanz.

Ein altdeutscher Name. Minera ferri specularis Wallerius, mine spéculaire de l'Isle, fer oligiste Hauy, Specular Iron. Dem Plinius hist. nat. 34. 41 ist zwar der Eisenglanz von Elba bekannt, allein er unterscheidet die ferri metalla nicht von einander.

$\dddot{F}e$ rhomboedrisch und isomorph mit Korund pag. 247.

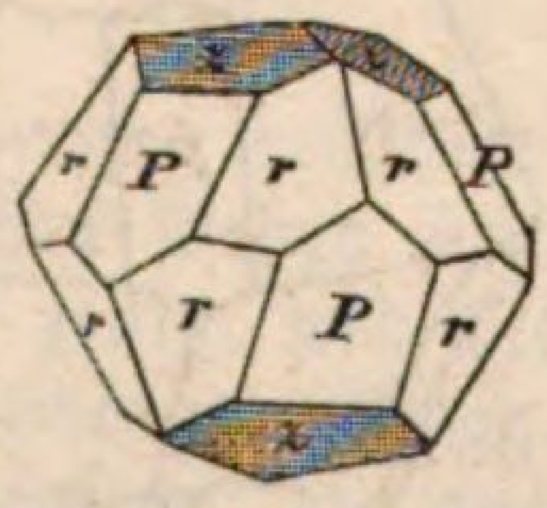
Das Hauptrhomboeder P = a : a : ∞a : c 85° 58′ in den Endkanten nach Mohs, gibt

$$a = 0{,}7316 = \sqrt{0{,}5352},\ la = 9{,}86427.$$

Es kommt schön auf den Zinnsteinstöcken zu Altenberg in Sachsen vor, und ist daselbst parallel der langen Diagonale gestreift. Da es dem Würfel außerordentlich nahe steht, und auch bei den prachtvollen Krystallen von Elba herrscht, so leitete schon Steno pag. 2 scharfsinnig die Flächen durch Abstumpfungen eines Würfels ab. Der blättrige Bruch des Rhomboeders schwer wahrzunehmen, wodurch es sich wesentlich vom Korund unterscheidet.

Die Gradendfläche $c = c : \infty a : \infty a : \infty a$ sondert sich dagegen so stark ab, daß man sie für deutlich blättrig zu halten oft versucht wird, doch gelingt es nicht, den Blätterbruch darzustellen. Besonders vorherrschend bei den Vulkanischen und mit Rutil bedeckten Alpinischen, sie läßt sich an ihrer Streifung, welche ein gleichseitiges Dreieck gibt, leicht erkennen. Sehr ausgezeichnet ist bei den Elbaern ein quergestreiftes Rhomboeder, welches für das 2te stumpfere $z = 4a : 4a : \infty a :$ gehalten wird, und das am meisten zur Orientirung in die verzogenen Krystalle beiträgt, denn darunter liegt die glänzende P, in deren Diagonalzone

das Dihexaeder $r = \frac{2}{3}c : a : \frac{1}{2}a : a$ mit 128° in den Endkanten fällt, welche das Hauptrhomboeder abwechselnd abstumpft. Dasselbe dehnt sich öfter bedeutend aus, und kommt mit der Gradendfläche selbstständig vor (Framont). Auch bei den Elbaer Krystallen fehlt es selten, aber meist in Verbindung mit P und z. Diese rhomboedrisch dihexaedrische Entwickelung hat daher der Eisenglanz mit dem Korund gemein, was die Gränzen zwischen rhomboedrisch und dihexaedrisch bedeutend verwischt. Selten ist $g = a : \frac{2}{7}a : \frac{2}{5}a : c$, die Kante zwischen P/r abstumpfend, wenn also P nicht da wäre, so würde der Dreikantner die abwechselnden Dihexaederkanten zuschärfen. Nach Hauy kommt auch

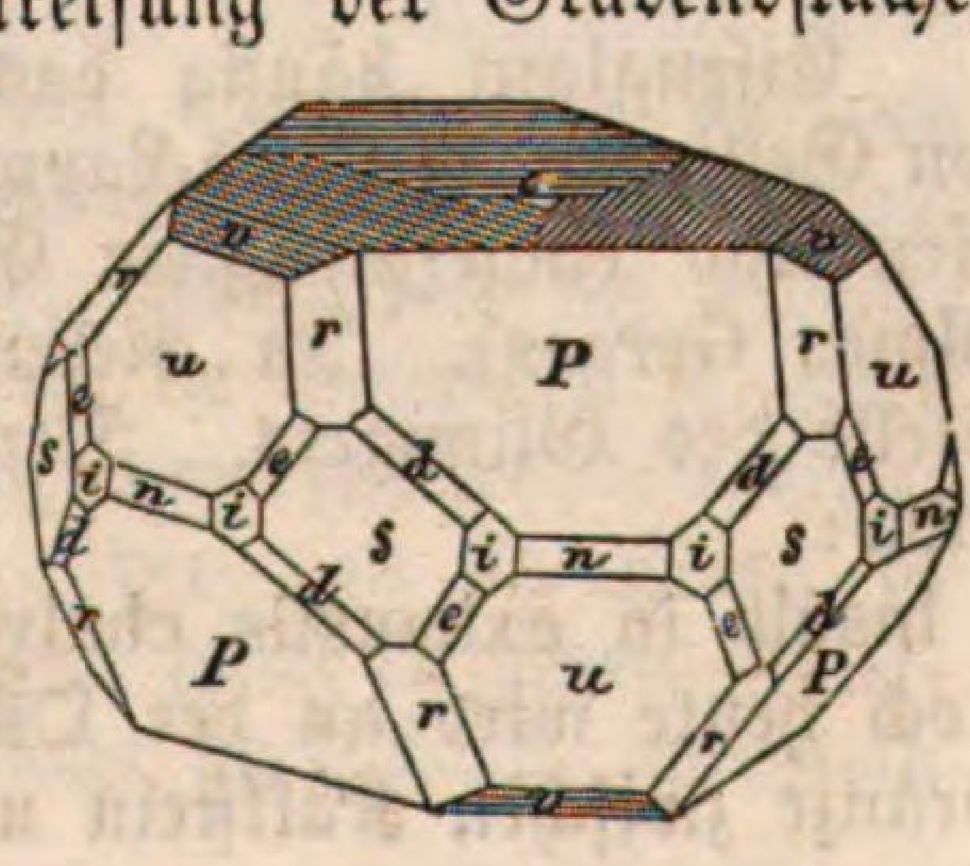


das Gegenrhomboeder $l = a' : a' : \infty a : c$ bei den vulkanischen Tafeln vom Mont-Dore vor, dasselbe tritt mit P vollkommen ins Gleichgewicht, so daß ein Dihexaeder von 130° 2′ in den Endkanten entsteht, welches selbstständig von dem Dihexaeder r freilich wenig abweicht.

Die zweite sechsseitige Säule $s = a : \frac{1}{2}a : a : \infty c$, die Seitenkante des Dihexaeders r gerade abstumpfend, ist häufig; bei den vulkanischen Dirhomboedern stumpft sie die Seitenecken ab, auch die erste sechsseitige Säule $n = a : a : \infty a : \infty c$ kommt bei Framont rc. vor. Am complicirtesten sind

die Eisenrosen der Alpen. Sie werden zwar durch die übermäßig ausgedehnte Endfläche tafelartig, allein am Rande prägen sich die Flächenzonen scharf aus. Auch hier orientirt die Streifung der Gradendfläche, aber das Hauptrhomboeder P liegt nicht wie bei den Elbaern unter den Seiten, sondern unter den Ecken des gestreiften Dreiecks c, unter den Seiten liegt das nächste schärfere

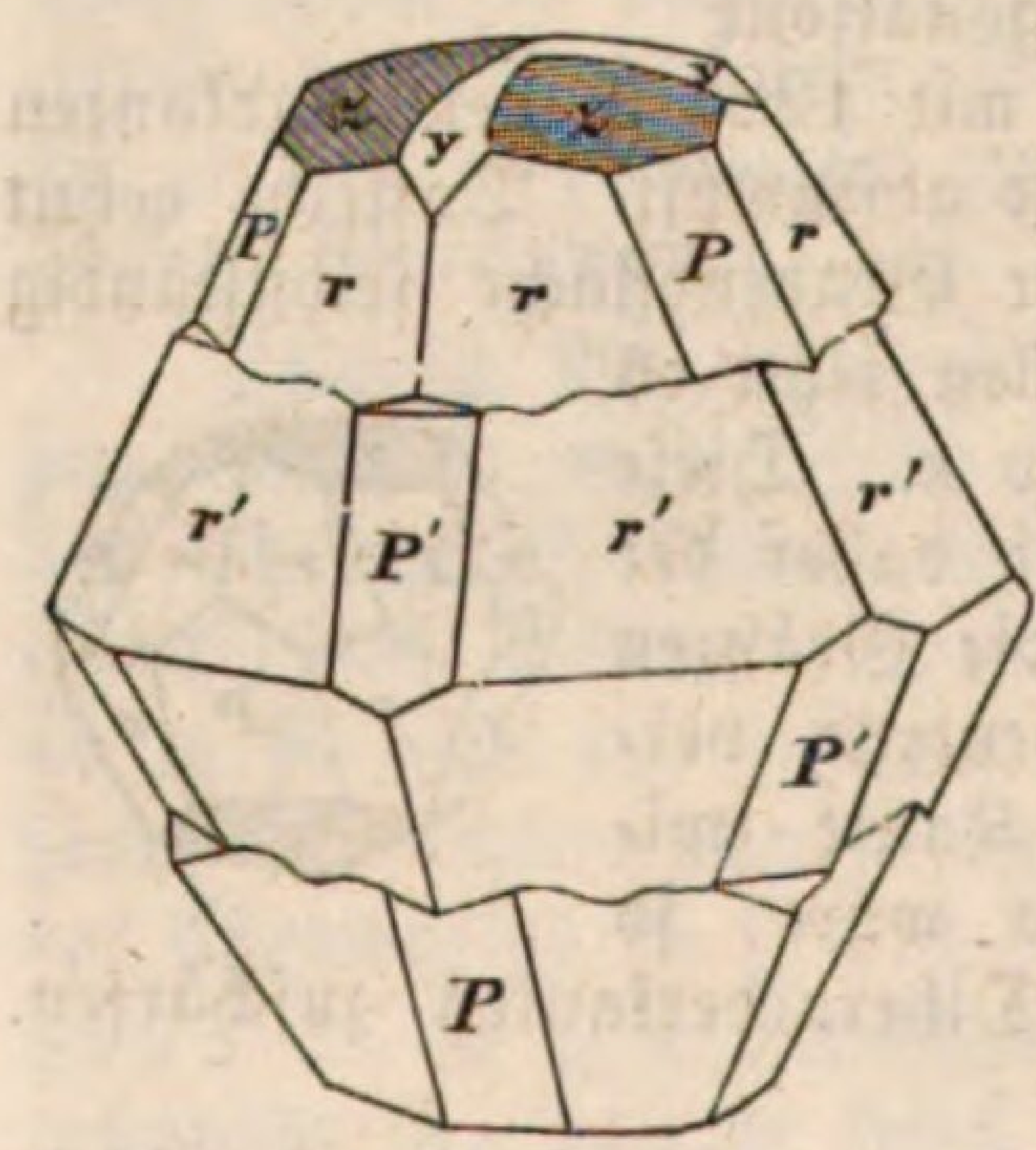
Rhomboeder $u = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a : c$ und das nächste stumpfere $v = 2a' : 2a' : \infty a : c$, letzteres zwar sehr klein, aber gerade durch ihren Conflict mit der Gradendfläche entsteht die Streifung auf ihr wie auf der Gradendfläche.



Das Dihexaeder r stumpft die Kante P/u ab, und ein Rhombus P/P und und u/u gehört der 2ten Säule s, während die erste Säule n zwischen P/u meist kaum durch eine feine Linie angedeutet wird. Auch der beim Kalkspath gewöhnliche Dreikantner $d^2 = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$ stumpft die Kante P/s ab. Selten ist die Kante u/s durch den Dreikantner zweiter Ordnung $e_{\frac{1}{3}} = a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a' : 2c$ abgestumpft, und eben so selten kommt die sechsundsechskantige Säule i vor.

Linsenförmige Krystalle brechen recht ausgezeichnet auf Elba: das quergestreifte Rhomboeder $z = 4a : 4a$ gibt dazu die erste Veranlassung, die Rundung entsteht jedoch hauptsächlich durch das dritte stumpfere Rhomboeder $y = 8a' : 8a' : \infty a : c$, welches oben sehr deutlich die Endkanten von z abstumpft, nach unten jedoch in continuirlicher Convexität in das Gegenrhomboeder $4a' : 4a' : \infty a : c$ übergeht.

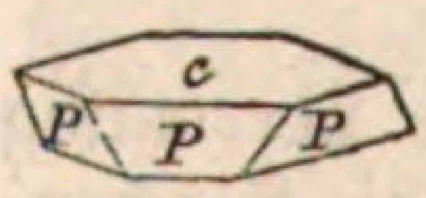
Zwillinge haben die Axe c gemein und sind gegen einander 60° verdreht, sie durchwachsen sich. Elba, Altenberg. Das eine Dihexaeder legt dann seine abgestumpfte Kante hin, wo das andere die nicht abgestumpfte hat.



Eisenschwarz und stahlgrau, häufig bunt angelaufen (nur die Gradendfläche nicht). Kirschrother Strich. Starker Metallglanz, nur ganz dünne Platten scheinen roth durch. Härte reichlich 6, spröde, Gew. 5,23, also trotz des geringern Eisengehaltes doch schwerer als Magneteisen pag. 514. Aeußerst schwach magnetisch.

Vor dem Löthrohr schmilzt es in der innern Flamme öfter unter Funkensprühen und wird magnetisch, von Salzsäure nur langsam gelöst. Reines Eisenoryd $\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$ mit 69,34 Fe und 30,64 O.

In Vulkanen, in deren Laven man es so häufig in blättrigen Krystallen trifft, ist es offenbar aus verflüchtigtem Eisenchlorid entstanden, was durch Wasserdämpfe in Regionen zersetzt wurde, wo es für Magneteisen pag. 515 nicht mehr heiß genug war. Mitscherlich wurde auf den Gedanken durch Krystalle geführt, welche sich in einem Töpferofen von Oranienburg gebildet hatten (Pogg. Ann. 15. 630). Das Vorkommen in Massen, wie in Brasilien und auf Elba, kann man aber wohl nicht in gleicher Weise erklären. Hier begleitet der



Eisenglanz häufig das Magneteisen, wie z. B. am Eisensteinberge von Gellivara in Luleå-Lappmark. Ein Gemisch von Eisenglanz, Magneteisen und eingesprengtem Golde bildet der Eisenglimmer von Brasilien (Minas Geraes). In vielen Gneisen vertritt glimmeriger Eisenglanz die Stelle des Glimmers. Der berühmteste Fundort ist jedoch seit Römerzeit Elba:

Insula in exhaustis chalybum generosa metallis Virgil Aen. X. 174.

Noch heute wird an der Ostküste bei Rio in einer großen Pinge auf der Gränze zwischen Kalkstein und Glimmerschiefer das Erz gewonnen. Frisch

ist es aber schwer zu beschicken, und nicht in dem Maße gesucht, als das zersetzte. Allein stellenweis ist das ganze Gebirge bis zur Tiefe in Brauneisenstein umgesetzt, und gerade hier baut man. Die schönen Krystalle finden sich an der östlichen Wand jener Pinge, wo das Erz überdieß durch Quarz noch verschlechtert wird. Als Napoleon König von Elba war, ließ er an dieser Wand besonders auf „Stufen" brechen, und machte damit bevorzugten Personen einen Geschenk!

Als Varietäten kann man etwa auszeichnen:

1) krystallisirten Eisenglanz, wie er sich findet auf Elba, zu Altenberg in Sachsen, Framont im obern Breuschthal der Vogesen in Drusenräumen des dortigen Rotheisensteins. Interessant sind auch die kleinen Krystalle in den Achatkugeln von Oppenau, die ohne Zweifel auf nassem Wege entstanden. In den Alpen zeichnen sich besonders die

Eisenrosen durch Glanz und Schönheit aus, sie sind gewöhnlich leicht an dem fuchsrothen Rutil erkennbar, welcher auf der Gradendfläche ausschwitzte, Kobell hat sogar darin 9,66 $\ddot{T}i$ neben 5 $\dot{F}e$ nachgewiesen, und sie deshalb als Basanomelan unterschieden. Allein sie haben noch einen rothen Strich. Sie gruppiren sich öfter förmlich in Kreisen wie Blumen. Capao in Brasilien. Für

Vulkanischen Eisenglanz ist besonders die Auvergne berühmt. Es sind häufig Tafeln, die an die Eisenrosen erinnern. Am Vesuv sind die neuesten Bildungen von Rhomboeder mit Gradendfläche zellig, und die Tafeln sehen nicht selten wie geflossen aus. Schon Haidinger (Pogg. Ann. 11. 188) beschreibt reguläre Oktaeder mit rauhen Flächen, die aus lauter kleinen Eisenglanzkrystallen bestehen, und die Bildung des Martit pag. 516 erklären sollen. Scacchi hat die Sache weiter verfolgt (Dufrénoy Traite Min. II. 478).

2) Eisenglimmer nannte Werner die krummblättrigen stark glänzenden Massen, welche lagerartig besonders im Urgebirge vorkommen. Der blättrige Bruch kann nur von der Gradendfläche herrühren, da er blos einzig ist. Es muß das sehr auffallen, da man von einer Blättrigkeit der Gradendfläche an Krystallen nichts merkt. Man kann sich leicht die dünnsten schuppenförmigen Blätter verschaffen, welche in einzelnen Flittern von dem Magnet zwar angezogen werden, aber immer nur undeutlich. Nimmt man dagegen solche Blättchen vor das Löthrohr, so sprühen sie in der innern Flamme Funken, und werden sogleich stark magnetisch. Ungarn (Dopschau und Poratsch) und Mähren liefern schöne Vorkommen, vor allen aber Brasilien. Im Granit des Gleissinger Fels im Fichtelgebirge. Werden die Blätter ganz fein, so scheinen sie roth durch, und beschmutzen die Hand (schuppiger Eisenglimmer, Rotheisenrahm), ohne ihr metallisches Aussehen aufzugeben, Suhl, Murgthal bei Schönmünznach. Bei Altenberg in Sachsen, Bitsberg in Schweden ꝛc. wird er ausgezeichnet strahlig blättrig. Der Eisenglimmerschiefer (Itabirit) vom Pic Itabira in Brasilien wird ganz derb; der von Kl. Mora in Oestreichisch Schlesien, Blansko ꝛc. verliert sich sogar ganz in einem schiefrigen Aussehen, und glänzt auf der Schieferfläche noch stark, nur sein Querbruch wird matt.

3) Körniger Eisenglanz, man sieht ihn oft als Mutter der Krystalldrusen. In Schweden (Wärmeland) kommen Lager vor, die feinkörnig wie Magneteisen sind, aber einen rothen Strich zeigen, und nur als Staub vom Magnet bewegt werden. Das scheint wie der Martit oxydirtes Magneteisen zu sein. Schöne Afterkrystalle bildet er auf Elba vom Schwefelkies. Noch bekannter sind die aus den Eisensteingruben des Uebergangskalkes von Sundwig in Westphalen, rohe Dreikantner von Kalkspath am Ende mit dem Hauptrhomboeder. Die Krystalle sind häufig hohl, doch hat körniger Eisenglanz (mit Quarz und Kalkspath gemischt) wesentlich zur Ausfüllung beigetragen. Die Thalassiten des Lias α von Semur (Côte d'Or) sind in körnigen Eisenglanz verwandelt. Bei Altenberg gruppiren sich kleine Eisenglanzrhomboeder nach der Form des Kalkspathes (Pogg. Ann. 91. 152).

4) Rother Glaskopf.

Das Wort hängt entweder mit Glanzkopf oder Glatzkopf (Kahlkopf) zusammen, ein altes bergmännisches Wort (Henkel Pyritologia pag. 169), cerebri speciem prae se fert Agricola 606. Der berühmte Blutstein, *αἱματίτης* Theophrast 66, weil man ihn aus geronnenem Blut entstanden dachte, und ihm daher wieder blutstillende Kraft zuschrieb.

Ein excentrisch fasriges und concentrisch schaliges Erz, meist mit halbkugeliger (traubiger und nierenförmiger) Oberfläche, nach Art des Chalcedons pag. 171. Aber die Faser ist so ausgebildet, daß man die feinsten Nadeln abspalten kann, an welche man leicht eine stark magnetische Kugel schmilzt, und die Probe weiter in die Flamme gehalten sprüht Funken. Im compakten Zustande sind sie noch stahlgrau, und die Stücke zeigen dann öfter an ihrem Unterende eigenthümliche Absonderungsflächen, welche man nicht mit Krystallflächen verwechseln darf. So wie die Faser lockerer wird, tritt auch die kirschrothe Farbe hervor, und gewöhnlich haben sie noch einen rothen ockerigen Ueberzug. Der Glanz geht dann verloren, die Masse wird weicher (unter Feldspathhärte) und leichter (unter 5). Beim Schlagen brechen sie meist so gegen Willen, daß man schwer gute Handstücke erhält. Er liefert ein gutes Eisen, gehört aber schon zu den seltnern Eisenerzen. Bildet Gänge im rothen Porphyr und Lager im Todtliegenden, welches überhaupt seine kirschrothe Farbe dem beigemischten Eisenoxyd dankt. Ihlefeld am Harz, Framont in den Vogesen, „in Sachsen ist er der gemeinste Eisenstein". Gibt deshalb zu Afterkrystallen viel Veranlassung, wie z. B. die ausgezeichneten Würfel vom Rothenberg bei Krahndorf, welche innen hohle Quarzdrusen bilden, die der schönfasrige Glaskopf überzieht. Gepulvert dient er zum Poliren und Glätten von Metallarbeiten.

5) Dichter Rotheisenstein bildet gewöhnlich die Mutter des edlern Glaskopfs. Es gibt sehr compakte reine Abänderungen mit mattem Bruch, der rothe Strich ist sehr lebhaft. Viele derselben werden aber durch Quarz und Thon verunreinigt; jene in Jaspis, diese in Thon übergehend. Bildet gewöhnlich Flöze, die eine Anlage zum Schiefer haben. Es kommen darin die prachtvollsten Spiegelflächen vor, wie zu Reichmannsdorf bei Saalfeld, zwei solcher Spiegel sollen immer auf einander liegen.

Als die ausgezeichnetste Varietät sah Werner die von Schellerhau bei Altenberg an.

6) Rother Thoneisenstein geht ins Erdige über, doch gibt es noch sehr eisenreiche Abänderungen, so daß die Gränze zwischen Erz und Thon nicht gezogen werden kann. Unter vielen Abänderungen nenne ich den

Röthel, der durch Glühen schwarz und dem Magnete folgsam wird. Er schreibt, nimmt mit dem Finger gerieben Glanz an, und der Strich ist viel lichter als sein frischer Bruch. Der vom Rothenberge bei Kaulsdorf ohnweit Saalfeld kommt viel in Handel, er wiegt 3,1—3,8. Der

stängliche Thoneisenstein ist ein Produkt von Braunkohlenbränden, besonders im Leitmeritzer und Saatzer Kreise in Böhmen. Gleicht Basaltsäulen im Kleinen, welche von der Dicke eines Nadelknopfs und darüber mit außerordentlicher Regelmäßigkeit sich über einander lagern: Folge von Absonderung durch Feuer. Der

körnige Thoneisenstein zeigt ähnliche runde Absonderungskörperchen, wie die Oolithe pag. 337. Im Uebergangsgebirge des Prager Beckens haben die Körner eine ausgezeichnete Linsenform, und sind viel größer, als die im Brauen Jura Süddeutschlands und Lothringens. Sie gleichen hier feinen runden Pulverkörnern, die Gegenstand eines wichtigen Bergbaues sind. Bei Wasseralfingen in Württemberg werden alljährlich 240,000 Ctr. gewonnen, die ein Drittheil so viel Roheisen liefern.

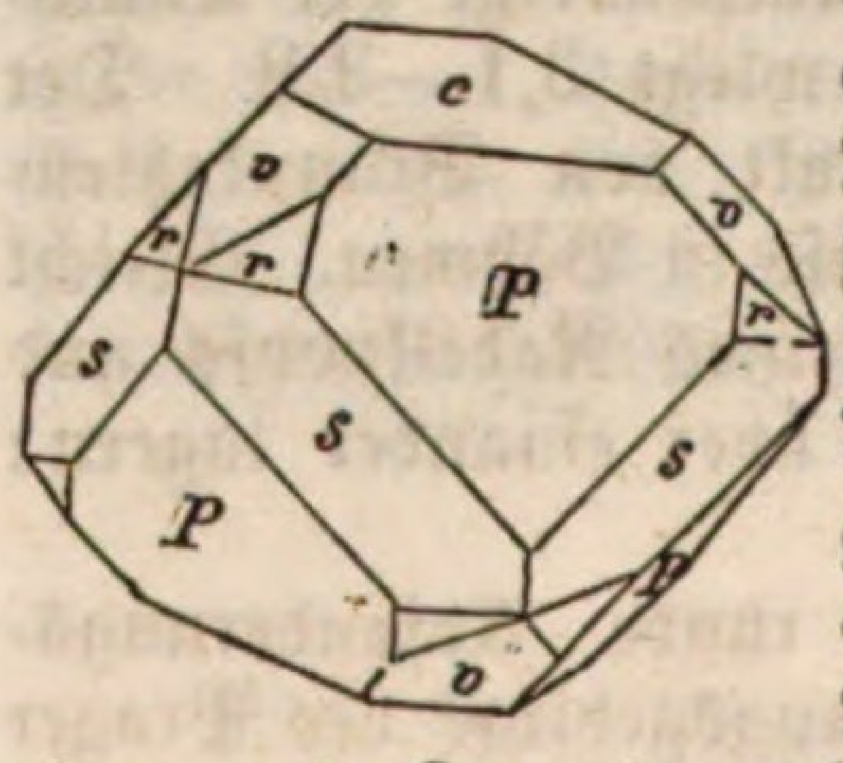
Die Farben in der großen Rothen Sandsteinformation vom Oldred bis zu den obersten Gliedern des Keupers kommt von Eisenoxyd, das sich auch in Geoden und Lagern darin vielfach ausscheidet. Obgleich diese Gesteine ein entschiedenes Wasserprodukt sind, so hat sich doch auffallender Weise das Eisen nicht als Hydrat niedergeschlagen, wie man billig erwarten sollte. Nun kann man freilich sagen, der färbende Erzschlamm müsse nur mechanisch angeschwemmt und nicht chemisch gelöst gewesen sein, allein das Tiefe der kirschrothen Farbe selbst in dem alleroberſten Gliede des Keupers, wo wenigstens in Schwaben weit und breit keine Gebirge zu finden sind, welche das Material hergeben konnten, fällt doch sehr auf. Man kommt hier immer wieder auf die Meinung, das Roth könne in der Erde durch Veränderung herbeigeführt sein. Man weiß ja, daß der gelbe Eisenrost mit dem Alter roth werde (Bischof Geol. II. 1348), ja Volger behauptet, daß in der Kapelle von Kappel in der Schweiz selbst die gelbe Ocherfarbe in den alten Freskogemälden sich geröthet habe!

Titaneisen.

Die Kenntniß eisenhaltiger Titanerze datirt von Klaproth 1797 Beiträge II. 226, der im Menaccanit von Cornwallis 45,25 $\dot{T}i$ und 51 $\dot{F}e$ nachwies. Es wurde dann weiter bei Aschaffenburg, Ohlapian, Oisans, Gastein ꝛc. gefunden. Hauy (Traité Min. 2 ed. 4. 98) erkannte zwar am Crichtonite von Oisans die rhomboedrische Form, indessen wies erst Mohs (Grundriß II. 462) die Uebereinstimmung der Form mit Eisenglanz nach. Kibdelophan, Hystatit, Ilmenit.

Rhomboedrisch und schwach magnetisch dadurch vom regulären stark magnetischen pag. 516 wohl unterschieden. $P = a : a : \infty a : c$ 85° 58′

wie beim Eisenglanz pag. 518. Bei den Zollgroßen Krystallen aus dem edlen Serpentin von Modum geht der P ein erkennbarer Blätterbruch parallel. Daran ist die Gradendfläche c = c : ∞a : ∞a : ∞a mit P 122° 22′ machend, nicht gestreift, was das Erkennen sehr erschwert. Sie ist vielleicht noch etwas blättriger als P, daher Mohs Name Arotomes Eisenerz. Die 2te sechsseitige Säule s = a : $\frac{1}{2}$a : a : ∞c ist rauh, und stumpft die Zickzackkanten von P ziemlich stark ab. Rauh ist auch das nächste stumpfere Rhomboeder v = 2a′ : 2a′ : ∞a : c, leicht erkennbar an den rechten Winkeln, unter welchen die Kanten c/v und P/v auf den Flächen sich schneiden. Das Dihexaeder r = $\frac{2}{3}$c : a : $\frac{1}{2}$a : a in der Diagonalzone von P kommt vollflächig vor, allein wegen ihrer Kleinheit fehlt sie öfter auf einer Seite. Bei denen von Gastein ist die scheinbare Hemiedrie so gewöhnlich, daß sie Mohs geradezu dafür nahm, allein die Krystalle von Modum und Miask beweisen, daß die Sache sich ganz wie beim Eisenglanz und Korund verhält. Bei Miask kommt auch das nächste schärfere Rhomboeder u = $\frac{1}{2}$a′ : $\frac{1}{2}$a′ : ∞a : c vor (Pogg. Ann. 9. 286). Mohs gibt bei Gastein Zwillinge an, die parallel ihrer Axe c so durchwachsen, daß das hemiedrische Dihexaeder r wieder vollzählig wird.



Eisenschwarz, mit schwarzem Strich, wodurch es sich sogleich vom Eisenglanz unterscheidet. Auch ist der Glanz sehr schwach, schwacher als bei mattem Magneteisen, deshalb kann es außerordentlich leicht mit Magneteisen verwechselt werden. Allein es ist nur schwach magnetisch. Härte reichlich 5 und spröde, Gewicht 4,8.

Unschmelzbar, wird aber unter Funkensprühen magnetisch. Mit Phosphorsalz gibt es beim Abkühlen ein vorübergehend rothes Glas. Von Salzsäure und Königswasser wird es unter Zurücklassung von $\ddot{Ti}$ nur schwierig gelöst.

Die Deutung des Titangehalts hat viel Schwierigkeit gemacht. Mosander (Pogg. Ann. 19. 219) meint, da sich neben $\dddot{\overline{Fe}}$ und $\ddot{Ti}$ auch stets Eisenoxydul findet, daß $\dot{Fe}\,\ddot{Ti}$ mit $\dddot{\overline{Fe}}$ isomorph sei, weil sich darin auch 2 Atom Radical mit 3 Sauerstoff wie im Eisenoxyd fänden, allein solche Erweiterungen des Isomorphismus sind eine gewagte Sache. Fuchs hat dagegen wahrscheinlich gemacht, daß es wie beim Zinn eine Verbindung von $\dddot{\overline{Ti}}$ gäbe, die beim Lösen in Salzsäure sich auf Kosten des Eisenoxyds in $\ddot{Ti}$ verwandeln könnte, und dieses nimmt man nach dem Vorgange von H. Rose (Pogg. Ann. 62. 128) jetzt an.

Einige wichtige Vorkommen sind folgende:

1) Menaccanit von Menaccan in Cornwallis, worin Gregor 1791 ein neues Metall entdeckte, welches sich später als identisch mit Klaproth's Titanium erwies. Es kommt im Sande der Bäche vor, ganz nach Art des Magneteisensandes pag. 516 in gerundeten Stücken, deren Form man daher auch nicht kennt, allein da sie schwach magnetisch sind, so könnten sie möglicher Weise hierher gehören. Klaproth fand darin 51 $\dddot{\overline{Fe}}$, 42,2 $\ddot{Ti}$. Vergleiche hier auch den schwach magnetischen Iserin

von 4,68 Gew. = $\dddot{\overline{\text{Ti}}}$ + $\dddot{\overline{\text{Fe}}}$ und den stark magnetischen Iserin von 4,76 Gew. = 3 $\dddot{\overline{\text{Ti}}}$ + 4 $\dddot{\overline{\text{Fe}}}$.

2) Titaneisen von Gastein (Kibdelophan) im Talkschiefer, 4,66 Gew. = $\dddot{\overline{\text{Ti}}}$ + 4 $\dddot{\overline{\text{Fe}}}$ mit 53,7 Titanoxyd und 46,3 Eisenoxyd nach Kobell. Von Mohs krystallographisch beschrieben, zeigt das Dihexaeder r hemiedrisch.

3) Titaneisen vom Ilmensee bei Miask, Kupfer beschrieb sie als Ilmenit 2 + 1gliedrig, aber G. Rose zeigte, daß ihre Winkel vom Gasteiner nicht abweichen. Gew. 4,8 = 4 $\dddot{\overline{\text{Ti}}}$ + 5 $\dddot{\overline{\text{Fe}}}$ mit 42,6 Titanoxyd und 57,4 Eisenoxyd. Sie kommen im dortigen Miascit bis zu $3\frac{1}{2}$ Zoll Größe vor, die Gradendfläche und der Querbruch glänzend.

4) Titaneisen von Egersund in Norwegen, in großen derben bräunlich schwarzen Stücken, ist von H. Rose (Pogg. Ann. 3. 169) zuerst untersucht. 4,7 Gew. = 2 $\dddot{\overline{\text{Ti}}}$ + 3 $\dddot{\overline{\text{Fe}}}$ 38,3 Titanoxyd und 61,7 Eisenoxyd. Das von Krageröe kommt im röthlichen schön gestreiften Albit vor.

5) Titaneisen von Tvedestrand bei Arendal (Hystatit), im rothen Granat eingesprengt. Die kleinen Krystalle haben gerundete Kanten, doch fand G. Rose sämmtliche Kanten des Rhomboeders P durch v und s abgestumpft, und außer ihnen noch die Gradendfläche c. Einige wenige Körner werden vom Magnet angezogen und haben 4,74 Gew., die unmagnetischen 4,49 Gew. $\dddot{\overline{\text{Ti}}}$ + 3 $\dddot{\overline{\text{Fe}}}$ mit 23,6 Titanoxyd.

6) Titaneisen von Aschaffenburg im Quarz des dortigen Granits eingesprengt, schon von Klaproth (Beiträge II. 232) untersucht, nach Kobell 4,78 Gew. = $\dddot{\overline{\text{Ti}}}$ + 6 $\dddot{\overline{\text{Fe}}}$ mit 13,4 Titanoxyd.

Klaproth untersuchte auch die Körner aus den Goldwäschen von Ohlapian in Siebenbürgen, wo sie zwischen Quarzsand und Granat zu liegen pflegen. Die meisten Körner sind darunter stark magnetisch. Die ältesten krystallographisch bekannten stammen von Bourg d'Oisans in der Dauphiné, welche Graf Bournon nach einem Russischen Arzte

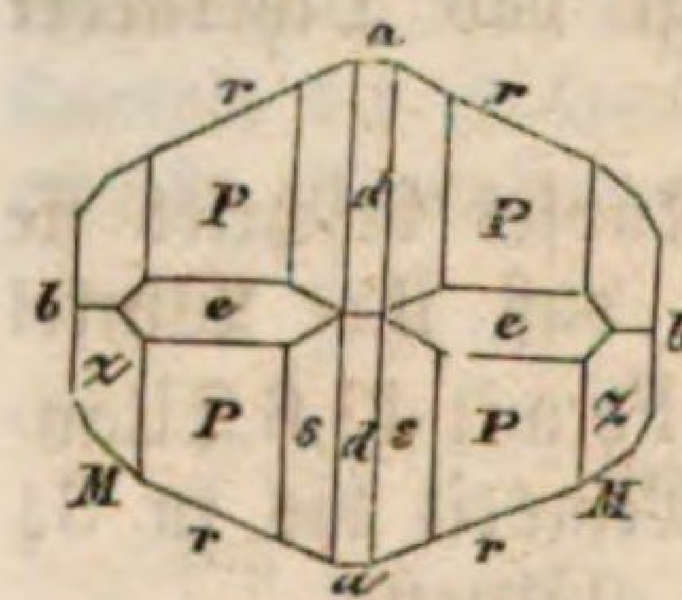
Crichtonit (Craitonite) nannte. Sie kommen daselbst mit Anatas und Bergkrystallen in kleinen scharfen Rhomboedern vor, mit etwa $61\frac{1}{2}^0$ in den Endkanten, so daß es ein Rhomboeder a : a : ∞a : 5 c sein könnte, ihre Endecke ist durch c = c : ∞a : ∞a : ∞a gerade abgestumpft. Andere Krystalle bilden ganz dünne Blätter, und erinnern durch die Menge ihrer Flächen an die Eisenrosen pag. 519, aber der Winkel P/P soll nach Levy 73° 43′ betragen, er heißt daher Mohsit. Vor dem Löthrohr zeigen sie Reaktion von Titaneisen.

3. Brauneisen.

Ein wichtiges Eisenerz besonders in Glaskopfstructur vorkommend, daher möchte Xanthus (Theophrast 66), was braungelb bedeutet, diesen Glaskopf bezeichnen, da er dem Blutstein zur Seite gestellt wird, während Plinius 36. 37 ihn Schistos heißt, schistos et haematites cognationem habent.

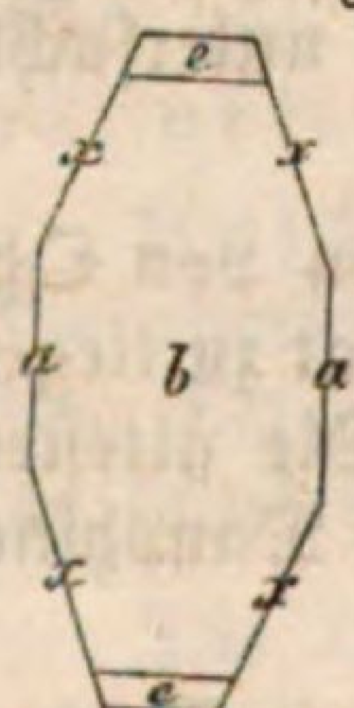
2gliedrig und isomorph mit Diaspor pag. 251 und Braunmangan

$\dot{M}n\,\dot{H}$, aber gute Krystalle sind selten und haben verschiedene Namen bekommen. Die schönsten hat Phillips gemessen aus Drusenräumen des quarzigen dichten Brauneisensteins von der Grube Botallack in Cornwallis. Es sind wenige Linien lange glänzende Individuen, welche stellenweis als die Enden von Glasköpfen erscheinen, und durch ihre Schwärze an Braunmangan erinnern. Die Säule r = a : 2b : ∞c bildet vorn 130° 40′, ihre scharfe Kante ist durch den Blätterbruch b = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft, wodurch bei allen eine sechsseitige Säule entsteht. Das aufgesetzte Oktaeder P = a : b : c bildet mit der Säulenkante in r keine rechten Winkel, weil r kein zugehöriges Paar ist, das zugehörige Paar M = a : b : ∞c 94° 51′ stumpft gewöhnlich die Kante b/r nur sehr undeutlich ab. Die seitliche Endkante des Oktaeders P wird durch das zugehörige Paar e = b : c : ∞a mit 117° 30′ in der Axe c gerade abgestumpft, daraus folgt



a : b = 1,514 : 1,648, lga = 0,18015, lgb = 0,21702.

Außer diesen kommen noch mehrere kleine Abstumpfungen vor: a = a : ∞b : ∞c, d = a : c : ∞b und eine ganze Reihe von Flächen zwischen P/d, worunter s = a : c : 2b. Unter P noch z = a : c : $\frac{2}{3}$b. Zu Clifton bei Bristol liegen Oblongtafeln von reb gebildet in Quarzgeoden. G. Rose (Kryst. chem. Min. pag. 70) zeigt, daß auch die kleinen diamantglänzenden hyacinthroth durchscheinenden Blättchen (Göthit), welche am Brauneisen vom Hollerterzug und von andern Orten im Siegenschen haften, den blättrigen Bruch b zur Tafel haben, statt der Säule kommt nur a vor, dagegen schneidet e die b unter 121° 20′, was für e/e in c 117° 20′ gibt, x gegen x etwa 42°—43°. Die meßbaren äußerst seltenen Krystalle stammen von der Eisenzeche bei Elberfeld ohnweit Siegen.



Nelkenbraun bis schwärzlich braun, ochergelben Strich. Glanz unvollkommen metallisch, weil dünne Stücke durchscheinen. Härte 5. Die reinsten Abänderungen sollen bis auf 4,4 Gew. hinaufgehen, gewöhnlich stehen sie aber unter dem 4fachen.

Vor dem Löthrohr schmilzt er an den Kanten mit Funkensprühen in der innern Flamme und wird magnetisch. Im Kolben hinterläßt er rothes Eisenoxyd und gibt Wasser. Schwer löslich in Salzsäure.

Chemisch unterscheidet v. Kobell (Journal prakt. Chem. 1. 181 und 319) zweierlei Varietäten:

$\dddot{F}e\,\dot{H}$ mit 89,7 $\dddot{F}e$ und 10,3 $\dot{H}$. Dahin gehören alle krystallisirten Varietäten und die meisten Afterkrystalle; zum

$\dddot{F}e^2\,\dot{H}^3$ mit 85,3 $\dddot{F}e$ und 14,7 gehört der braune Glaskopf. Wenn man jedoch mit diesen Normen den Wassergehalt verschiedener Analysen vergleicht, so will eine Bestimmtheit der Verbindung nicht immer einleuchten. Der Mangangehalt ist in der Verbindung selbst nicht groß, da sich dasselbe gern selbstständig auf dem Erzlager ausscheidet. Brauneisen bildet sich gar leicht an Quellen aus kohlensaurem oder schwefelsaurem Eisenoxydul, da sich dieses durch Aufnahme von Sauerstoff in Oxyd ver-

wandelt. Daher ist es in der Natur verbreiteter als irgend ein anderes Erz. Ganze Massen von Spatheisen und Schwefelkies sind darin verwandelt. Ehrenberg glaubt außerdem, daß häufig die Gallionella ferruginea, welche auf der Freiberger Grube Beschert-Glück in 1106′ Tiefe noch lebend vorkommt, zur Bildung beitrage, wenigstens spielt sie bei Raseneisensteinlagern eine nicht zu übersehende Rolle.

Brauneisen von der Formel $\ddot{F}e\,\dot{H}$ (Pyrrhosiderit).

1) Nadeleisenerz findet sich in kleinen schwarzbraunen Büscheln in den Kammern des Ammonites macrocephalus, triplicatus ꝛc. des braunen Jura. Bei Oberstein sind die sammtförmigen Büscheln zum Theil mitten in den Amethyst eingewachsen, ebenso auf der Wolfsinsel im Onega-See (Onegit). Alle diese krystallinischen Vorkommen sind jedoch nicht meßbar, wie die von Botallack.

2) Göthit (Rubinglimmer), bildet durch Vorherrschen des blättrigen Bruchs Tafeln. Leider sind die Krystalle vom Westerwalde, Nadabula in Ungarn und Raschau in Sachsen nur klein, sonst würde die prachtvolle hyacinthrothe Durchscheinenheit sie den schönsten Mineralen zur Seite stellen.

3) Lepidokrokit (λεπίς Schuppe, κροκίς flockig), bildet derbe Massen von röthlich braunen Schuppen, welche im innern der braunen Glasköpfe liegen, gewöhnlich mit Graumanganerz wechselnd. Ausgezeichnet bei Neuenbürg auf dem Württembergischen Schwarzwalde, Harz, Westerwald, Bieber in Hessen ꝛc. Kobell gibt bei dem vom Hollerter Zug auf dem Westerwalde 2,5 $\ddot{M}n$ an. Theilweis finden sie sich locker und schmutzend.

4) Sammtblende hat man die Kastanien- bis Nußbraunen Glasköpfe genannt. Nußbraun sind z. B. die Anfänge der Strahlen, worauf die Krystalle von Botallack sitzen. Zu Kl. Schmalkalden bei Gotha kommt diese Farbe an Erzen mit ausgezeichneter Glaskopfstructur vor. Zart faserig, seidenglänzend und von einer Byssusfarbe, wie gewisse fahlfarbige Rutile, von Siebenbürgen mit Amethyst. Przibram, Hüttenberg.

Der Xanthosiderit Schmid Pogg. Ann. 84. 495 aus den Manganerzen von Ilmenau am Thüringer Walde mit goldig-gelbbrauner Faser und Seidenglanz soll $\ddot{F}e\,\dot{H}^2$ sein.

5) Afterkrystalle. Spatheisenstein und Schwefelkies verwittern gar leicht zu Brauneisenstein, und dieselben sollen dann nach Kobell $\ddot{F}e\,\dot{H}$ sein. Bekannt sind die Schwefelkiese im Quarz der Goldgänge von Beresow, worin die Analyse 86,9 $\ddot{F}e$ und 11,1 $\dot{H}$ gab. Dagegen muß man dann wieder die Afterkrystalle des Schwefelkieses aus dem Keupermergel von Minden zum $\ddot{F}e^2\,\dot{H}^3$ setzen, denn Kobell fand darin 82,2 $\ddot{F}e$ und 13,3 $\dot{H}$. Und doch widerstrebt es, diese gleichen Dinge an verschiedenen Punkten aufzuführen. So enthalten die durch Verwitterung schwarz gewordenen Spatheisensteinrhomboeder von Hüttenberg in Kärnthen nach Karsten 77,5 $\ddot{F}e$, 2,7 $\ddot{M}n$, 14,5 $\dot{H}$. Es ist eben alles Brauneisenstein, der mehr nach dem äußern Ansehen, als nach seiner chemischen Constitution festgehalten werden muß. Afterkrystalle von Brauneisen nach Gyps siehe Pogg. Ann. 78. 82.

6) Brauner Glaskopf $\ddot{F}e^2 \dot{H}^3$.

Sollte 85,3 $\ddot{F}e$ und 14,7 $\dot{H}$ haben, wovon aber auch die meisten Analysen nicht unwesentlich abweichen. Unter den Glasköpfen der häufigste und ausgezeichnetste. Er hat eine zarte dunkel nelkenbraune Faser, deren traubige, nierenförmige, stalaktitische ꝛc. Oberfläche aber meist schwärzer gefärbt ist, als das Innere, was wahrscheinlich von einem etwas reichern Mangangehalt herrührt. Das Metallische verräth sich auch durch ein starkes Buntanlaufen, obgleich das Innere nur von einem schwachen Seidenglanz schimmert. Die feinen Splitter schmelzen unter Funkensprühen in der innern Flamme zu einem magnetischen Korn. Es gibt ein reiches leichtflüssiges Roheisen, was namentlich zur Stabeisenbereitung sehr brauchbar ist. In Württemberg wird es in Gängen des Buntensandsteins bei Neuenbürg auf dem nördlichen Schwarzwalde gewonnen, und als das beste Erz des Landes Stahlerz genannt. Der Gehalt von 1,3 $\ddot{M}n$ wird gern darin gesehen. Ganze Stücke mehrere Tage in Salzsäure gelegt, hinterlassen öfter ein Kieselskelett, die Kieselerde geht über 4 p. C. hinauf. Nicht gern gesehen ist die Phosphorsäure. Der Glaskopf bildet stets den letzten Ueberzug auf der matten, porösen, unreinern Erzmutter, und verhält sich daher wie die Krystalle zu ihrer Unterlage auf Gängen. Reich ist das Uebergangsgebirge, wo er häufig in breiten Klüften lagert: bei Grund und Elbingerode auf dem Harze, Schmalkalden und Camsdorf am Thüringer Walde, im Rheinischen Uebergangsgebirge auf dem Westerwalde. Reich sind die Pyrenäen und Baskischen Provinzen, schon Plinius hist. nat. 34. 43 erwähnt das. Da durch Verwitterung alles was Eisen enthält, die Neigung zeigt, sich mit Wasser zu verbinden, so muß schon deshalb Eisenoxydhydrat zu den verbreitetsten Eisenerzen gehören. Auf Elba hat sich der Eisenglanz, in Steiermark der Spatheisenstein darin umgesetzt.

7) Dichter Brauneisenstein. Der gewöhnliche ist matt, mit unvollkommenem splittrigem und unebenem Bruch, und einer Farbe, die stellenweis ins Ochergelbe übergeht. So bildet er in unzähligen Abänderungen die Wurzel der Glasköpfe. Zuweilen kommen auch Stücke vor, die ohne Spur von Faser im Innern, doch äußerlich die Glaskopfoberfläche zeigen. Man könnte öfter versucht sein, sie für Afterbildungen von wirklichen Glasköpfen zu halten. Seltener hat die Masse einen opalartigen Glanz und Bruch

Glanzeisenstein (Stilpnosiderit), sie ist spröde, und zeichnet sich auffallend von ihrer Umgebung aus. Einen Theil davon (Amberg) hat man

dichten Göthit genannt, weil er 86,2 $\ddot{F}e$ und 10,7 $\dot{H}$ zeigte, der meiste hat jedoch mehr Wasser. Ein kleiner Phosphorsäuregehalt, bis 3 p. C., fällt darin auf, die Ungarischen sind auch von Grüneisenerde durchzogen. Man muß sie daher vorsichtig vom Triplit pag. 398 und andern ihnen sehr ähnlichen phosphorsauren Eisenerzen unterscheiden. Uebrigens wiederholt sich die ganz ähnliche Bildung im Wernerschen Wiesenerz, wo das sogenannte „muschelige Wiesenerz" ganz dem Glanzeisenstein gleicht. Hausmann hat diese jüngsten Bildungen unter dem Namen Limonit zusammengefaßt, Werner nannte sie

Raseneisensteine (Sumpfeisensteine). Sie sind entschieden ockerig, aber in aller Weise verunreinigt. Man schreibt sie $\dddot{\bar{F}}e\,\dot{\bar{H}}^2$, was einen Wassergehalt von 18,7 p. C. voraussetzen würde. Werner unterschied in der Uebersetzung von Cronstedt's Mineralogie Wiesenerz, Sumpferz und Morasterz, aber mehr nach ihrer Formation, als nach ihrer Beschaffenheit, die unter Umständen bei allen dreien die gleiche sein kann. „Das Bruchwasser enthält eine Pflanzensäure, welche es aus den niedergefallenen Holzblättern, Wurzeln 2c. in sich aufnimmt. Dadurch wird das Wasser geschickt, die zerstreuten Eisentheile aus den Steinen, über welche es fließt, über denen es steht, auszulaugen. Es führt dieselben in die niedrigsten Gegenden, wo das Bruchwasser meist stille steht, das Eisenerz häuft sich dort an, und fällt nach und nach nieder. Davon entsteht auf dem Boden der Brüche eine Schicht gelblich braunen Eisenockers (Morasterz), die anfangs sehr schwach ist, aber durch die Länge der Zeit immer stärker, wie auch fester und fester wird, und das Sumpferz ausmacht. Trocknen endlich die Brüche zu Wiesen aus, so erhärtet auch der Eisenstein noch mehr, und wird zu Wiesenerze." Daß Verunreinigungen aller Art darin vorkommen, namentlich Sand, das kann bei der Art der Ablagerung nicht anders sein. Klaproth wies darin sogar 8 p. C. Phosphorsäure nach, was das Stabeisen kaltbrüchig macht, indessen gibt es ein sehr leicht flüssiges zur Gießerei besonders geschicktes Eisen. Linné glaubt daher, daß es wegen seiner leichten Gewinnungsweise das erste Eisenerz gewesen sei, woraus der Mensch es versucht habe darzustellen, und nannte es *Tophus Tubalcaini*. Die große Nordeuropäische Niederung: Holland, das Münsterland, Pommern, die Niederlausitz, Preussen, Polen, Rußland 2c. sind reich an diesem Erzeugniß. Man gewinnt es nicht blos trocken als Wiesenerz, für dessen schönstes Vorkommen Werner's Geburtsort Wehrau in der Niederlausitz angeführt zu werden pflegt, sondern man schöpft es als flüssigen Morast aus dem Grunde der Brüche, wo es sich dann immer wieder nach 8—10 Jahren in hinlänglicher Menge erzeugt. Nach Ehrenberg nimmt auch die Gallionella ferruginea einen wesentlichen Antheil an der Bildung.

Es würde zu weit gehen, wollten wir sorgfältig, etwa wie Hausmann im Handbuche der Mineralogie pag. 354—387, alle die kleinen Abweichungen aufzählen, welche das ockerige Eisenerz eingeht. Nur folgende wenige können wir nicht mit Stillschweigen übergehen:

Der gelbe Thoneisenstein hat eine ockergelbe Farbe, und ist in den verschiedensten Verhältnissen durch Thon und Sand verunreinigt. Man findet ihn besonders schön in verschiedenen Lagern der Flözgebirge. Häufig zeigt er rundlich ellipsoidische Absonderungen von Nuß- bis Kopfgröße (Eisennieren), die gewöhnlich in großer Menge sich finden, wo sie vorhanden sind (Brauner Jura). Der innere Kern ist stets etwas lockerer, sondert sich auch wohl ganz ab, und dann klappern die Steine. Das sind die im Alterthum so berühmten

Adlersteine, Aetites Plinius 36. 39, magnam famam habent, reperiuntur in nidis aquilarum. Ajunt binos inveniri, marem et feminam. „Im Bauche haben sie einen harten Stein, oder einen zarten Thon, daß es klappert, wenn man sie schüttelt." Noch heute hat die Bildungsweise

etwas Auffallendes. Die Dicke der Rinde beträgt nur wenige Linien, und besteht bei denen jüngerer Formationen häufig aus Quarzsand, der durch eingesickertes Brauneisen cämentirt wurde. In den schaaligen Bohnenerzen der Alp findet man stellenweis sehr schöne.

Bohnenerz gleicht in seiner vollkommensten Bildung runden Erbsen, die innen aus mehreren concentrischen Lagen bestehen, und zwar so regelmäßig, daß beim Daraufschlagen sich immer kleinere Erbsenformen mit glänzender Oberfläche herausschälen, nur der innerste Kern ist etwas verworren, und auch dieser nicht bei allen. Nur die schlechten sind innen hohl und locker, wie Adlersteine, aber wahrscheinlich auch nur in Folge von Umbildung. Solche regelmäßige Körner wachsen und fließen zwar zu compakten bis Centnerschweren Erzklumpen mit unregelmäßiger Rundung zusammen, allein man erkennt darin häufig die einzelnen concentrisch schaaligen Körner wieder, woraus sie entstanden. Alles liegt in einem intensiv-gefärbten oder gelben thonigen Lehm, der vor der Benutzung abgeschlemmt werden muß. Das Ganze erinnert zu lebhaft an Erbsensteinbildung pag. 337, als daß man ihre Entstehung anders erklären dürfte, wenn es auch heute da, wo sie lagern, an Quellen fehlt. Sie finden sich besonders ausgezeichnet auf dem Jurakalk in Deutschland und Frankreich, erfüllen hier entweder sehr unregelmäßige Spalten, die erst durch die Wasser ausgefressen sind, in welchen sie lagern, oder bilden Lager, die sich in flachen Vertiefungen nach Art des Lehms ausbreiten. In den Spalten werden sie gern von strahligem Kalkspath begleitet. Stellenweis sind die Erze selbst reiche Fundorte für fossile Säugethiere. Schon länger ist in Süd- wie Norddeutschland ein kleiner Chromgehalt nachgewiesen (Pogg. Ann. 55. 633), seltener ein kleiner Gehalt an Vanadium. Daß auch Zink und Titan darin enthalten sein muß, beweisen die Hüttenprodukte. Schon Klaproth (Beitr. IV. 128) hat das „Eisen-Bohnenerz" aus dem Högau analysirt, was im obern weißen Jura lagert: 53 $\bar{\dddot{F}}e$, 14,5 $\dot{\bar{H}}$, 23 $\dddot{S}i$, 6,5 $\ddot{A}l$, 1 $\dot{\bar{M}}n$. Meist bildet die Kieselerde mit der vorhandenen Thonerde Thon, welcher mechanisch hineingeführt sein dürfte. Walchner (Schweigger's Journ. 51. 209) hat gefunden, daß die Bohnenerze aus dem Aldinger Stollen, in welchem der rothe Kugeljaspis pag. 175 lagert, mit Säure gelatiniren, ein Theil der Kieselerde müßte daher an Basen gebunden sein. Es ist das übrigens ein ganz besonderes Vorkommen, welches schon im Aussehen der Bohnen von denen des Jurakalkes abweicht.

Sind die Bohnen innen hart und nicht ockerig, so liefern sie 30—36 p. C. eines leicht flüssigen Eisens. In Württemberg gewinnt man allein 150,000 Ctr. alljährlich, besonders in der Umgegend von Nattheim und Tuttlingen. Auch der französische Jura, Haute Saone, Berry ꝛc. ist reich daran.

Der gelbe Eisenoolith im obern braunen Jura besteht aus kleinen runden concentrisch schaaligen Kugeln oder zusammengedrückten Linsen, welche in einen mergeligen Kalk eingesprengt sind. Manche Schichten sind so reich (Schicht des Ammonites macrocephalus bei Geisingen an der Donau), daß sie verschmolzen werden können. Es ist das aber nicht so gewöhnlich, als bei dem rothen oolithischen Thoneisenstein. Im Tertiärgebirge (am Kressenberge bei Traunstein in den Bayerischen Alpen) sind die Körner schwärzlichbraun, gehen sogar in's Grün, was von Ver-

unreinigung herrührt. In der Kreideformation der Alpen kommen grünlich schwarze bis grüne Oolithe vor, die mit Säure eine Kieselgallerte geben. Am Berge Chamoison bei St. Maurice im Wallis werden diese auch auf Eisen benutzt (Chamoisit). Die Analyse gab 60,5 Eisenoxydul, 17,4 Wasser, 14,6 S̈i und 7,8 Äl. Es gibt noch andere solcher oolithischen Körner verschiedener Zusammensetzung, aus denen man Eisen gewinnt, und die wegen ihres Wassergehaltes und ihrer Kornbildung hier ihre Stelle finden.

Brauneisenocker ist der erdige zerreibliche Zustand, von intensiv gelber Farbe, aber meist verunreinigt durch Thon. Schließt sich an die Gelberde an, diese brennt sich aber roth, während der ächte Ocker sich noch schwarz brennt in Folge des Eisenreichthums.

b) Manganerze.

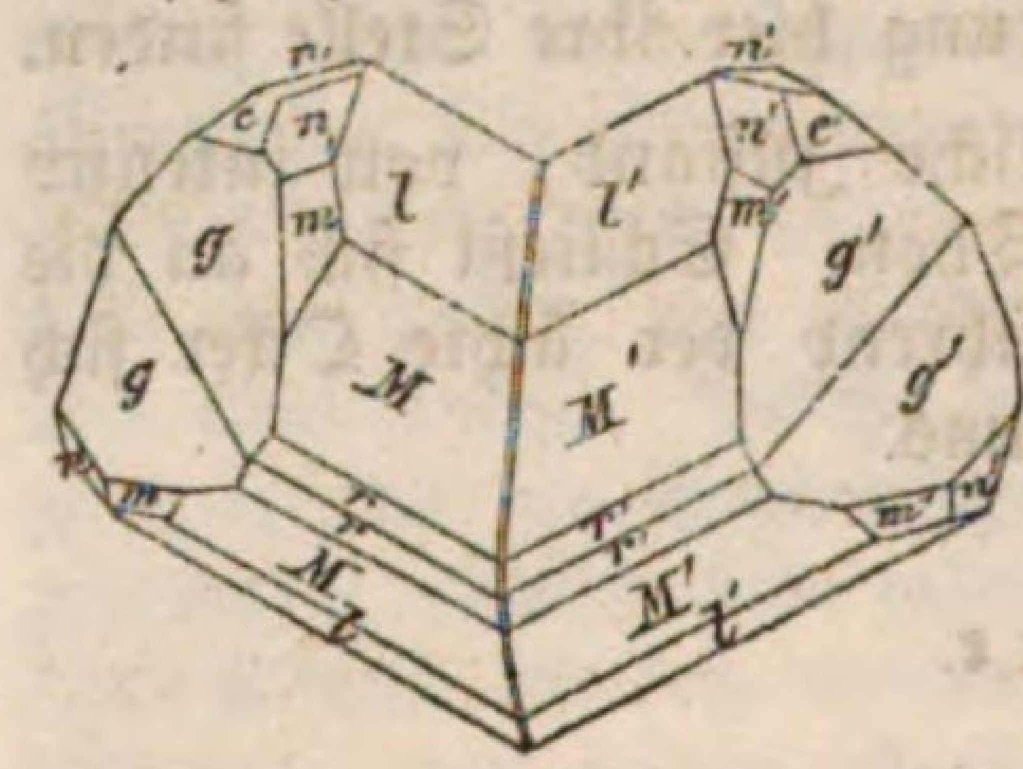
Ihr Vorkommen ist viel beschränkter, als das der Eisenerze. Doch sollen Geschiebe Amerikanischer Flüsse besonders an Wasserfällen sich mit einer glänzenden Schicht von Braunstein bedecken. Die Quell- und Humussäure lösen das Ṁn, das sich an der Luft dann oxydirt (Silliman's Amer. Journ. 1852. XIII. 9). Der Hauptsache nach sind sie auf schmale Gänge und Nester beschränkt, welche im rothen Porphyr und dessen Sandsteinen am liebsten mit Schwerspath aufsetzen. Kleinere Mengen finden sich häufig in Begleitung von Brauneisenstein. Die Farben aller oxydischen Manganerze sind schwarz. Wenn die verschiedenen Oxydationsstufen lange den Einflüssen der Luft ausgesetzt sind, so gehen sie in schmutzendes Mangansuperoxyd (M̈n) über, daher das Unbestimmte im Sauerstoffgehalt. Sie sind unschmelzbar, und die höhern Oxydationsstufen lösen sich unter Entwickelung von Chlor in Salzsäure. Im Oxydationsfeuer bekommt man ein schönes amethystblaues Glas, das in der Reduktionsflamme farblos geblasen werden kann, wenn man nur wenig Manganerz zugesetzt hatte. Spuren entdeckt man mit Soda in der äußern Flamme: es entsteht Mangansaures Natron, das grünlich aussieht.

Der alte bergmännische Name für die Haupterze ist Braunstein, wahrscheinlich weil sie in der Töpferei eine braune Glasur geben. Magnesia nigra ist der alte chemische Name, und schon Plinius hist. nat. 36. 66 scheint die Anwendung zum Entfärben des Glases zu kennen, wenn er sagt, daß der schlaue Scharfsinn bald nicht zufrieden war, nitrum zum Glassatz zu mischen, sondern coeptus addi et magnes lapis. Auch das von manganizo (reinigen) abgeleitete Wort deutet darauf.

1. Braunmangan M̶̈n Ḣ.

Nach seinem braunen Strich genannt. Dem Brauneisen F̶̈e Ḣ genau entsprechend, wornach der Name leicht behalten wird. Werner vermischte die Sache noch, aber nannte dieses vorzugsweis blättrigen grauen Braunstein. Erst Haidinger (Pogg. Ann. 7. 225 und 14. 199) unterschied es richtig unter dem neuen Namen Manganit. Es ist nicht nur das gewöhnlichste, sondern auch das schönste unter den Manganerzen. Nimmt aber leicht Sauerstoff auf, und verliert dadurch an Glanz.

2gliedrig und isomorph mit Brauneisen, aber Krystalle schöner und immer vorhanden, wo es auftritt. Die geschobene Säule M = a : b : ∞c 99° 40′ in der vordern Kante, gewöhnlich durch Längsstreifen stark entstellt. Ihr blättriger Bruch tritt mehr oder weniger deutlich hervor. Dagegen stumpft ein leicht darstellbarer Blätterbruch b : ∞a : ∞c die scharfe Säulenkante ab, also genau wie beim Brauneisen. Am Ende

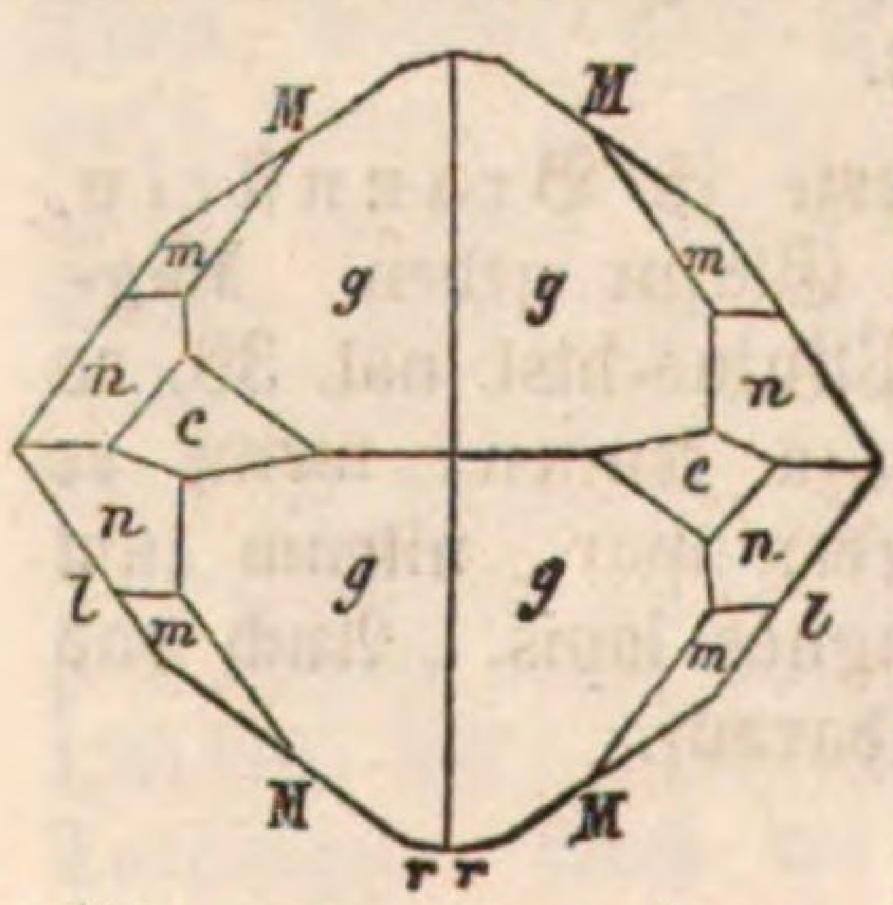


herrscht die Gradendfläche o = c : ∞a : ∞b mit Streifungen parallel der Axe b vor, was zu einem Paare d = a : c : ∞b mit 114° 10′ in c führt, woraus

$$a : b = 1{,}5489 : 1{,}8354 = \sqrt{2{,}4} : \sqrt{3{,}369};$$
$$lga = 0{,}19011,\ lgb = 0{,}26373.$$

Auch ein drittes zugehöriges Paar e = b : c : ∞a mit 122° 50′ in c kommt sehr bestimmt vor, nach ihm richten sich die so häufigen Zwillinge, welche e gemein haben und umgekehrt liegen, sich daher unter 122° 50′ mit den Säulenstreifen schneiden. Oefter meint man zwar wegen der vielen unbestimmten Säulenflächen, das Paar sei nicht gerade auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt, aber wenn man vorsichtig den Blätterbruch B darstellt, so fällt er genau in die Kante e/e, also kann es nur ein Paar aus der Zone der Axe a sein.

In der Säulenzone findet sich öfter s = a : $\frac{2}{3}$b : ∞c mit 76° 37′ vorn, und so stark ausgedehnt, daß man leicht Axe a für b nehmen kann, allein die Streifung auf der Gradendfläche parallel b und der blättrige Bruch B leiten. Denn nach Haidinger soll zwar die Abstumpfungsfläche der stumpfen Säulenkante a : ∞b : ∞c auch etwas blättrig sein, aber jedenfalls undeutlich. r = a : 2b : ∞c die stumpfe Säulenkante und l = a : $\frac{1}{2}$b : ∞c die scharfe zuschärfend machen die Erkennung der Säulenflächen unsicher. Als Endigung findet sich in der Diagonalzone von



d häufig ein sehr stumpfkantiges Oktaeder g = a : c : 3b mit 162° 39′ in der vordern Endkante, durch sein oscillatorisches Auftreten erzeugt es starke Streifen auf d. Daneben in der Ecke liegt in der gleichen Diagonalzone n = a : c : $\frac{1}{2}$b, wie man leicht aus dem stumpfen Winkel sieht, den sie auf M mit der scharfen Säulenkante macht. Das sogenannte Grundoktaeder P = a : b : c kommt fast nicht vor, in günstigen Fällen als eine feine Abstumpfung der Kante g/n. Dagegen tritt m = $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{2}$b : c mit der seitlichen Endkante von n/n und der Seitenkante von P/P in eine Zone fallend recht bestimmt wenn auch klein auf. Am interessantesten jedoch ist eine hemiedrische Fläche c = $\frac{5}{3}$a : $\frac{5}{8}$b : c, die mit der horizontalen Kante l/n in eine Zone fällt. Ihre Lage in den abwechselnden Quadranten ergibt wie beim Bittersalz pag. 440 ein zweigliedriges Tetraeder. Haidinger bildet sogar Zwillinge ab, worin beide Individuen sämmtliche Flächen gemein haben, nur in Beziehung auf die Tetraidflächen c liegen sie dergestalt umgekehrt, daß diese c Flächen sich zu einem vollständigen Oktaeder ergänzen. Alle diese schönen Krystalle

finden sich zu Ihlefeld am Harz, wo sie mit Schwerspath Gänge im Porphyrgebirge bilden.

Eisenschwarz, je veränderter desto stahlgrauer. Röthlich brauner Strich. Stärkster Metallglanz unter den Manganerzen. Härte 4, Gewicht 4,3.

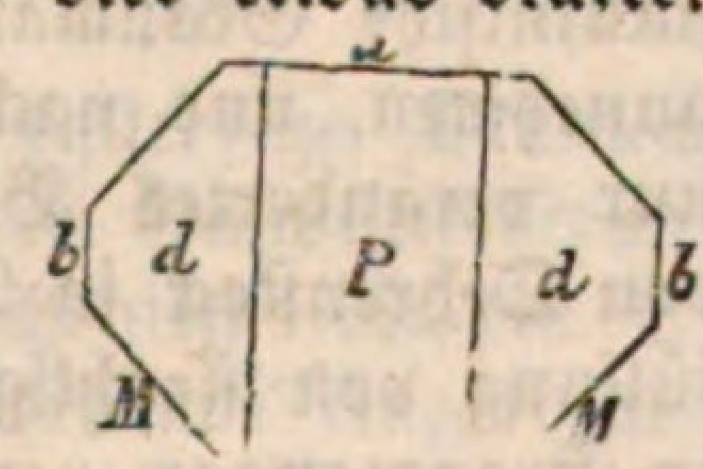
$\dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}\,\dot{\mathrm{H}}$ mit 89,8 $\dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$ und 10,2 $\dot{\mathrm{H}}$.

Unschmelzbar, gibt aber 3 p. C. Sauerstoff ab, indem es sich in rothes Oxyd ($\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}\,\dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$) verwandelt. Ihlefeld, Ilmenau, Neukirchen im Elsaß, Neuenbürg auf dem Württembergischen Schwarzwalde, Graham bei Aberdeen ꝛc. Verwandelt sich aber leicht durch Aufnahme von Sauerstoff in

2. Graumangan $\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$.

Nach seinem schwarzgrauen Strich genannt, vorzugsweis unter Werner's strahligem grauem Braunstein begriffen, Hausmann's Weichbraunstein, weil er abfärbt. Von den Franzosen Savon de verriers (de l'Isle Cristall. III. 89) genannt, weil er wegen seines Sauerstoffreichthums besonders sich eignet, das Glas von der durch kohlige Substanzen oder Eisenoxydul erzeugten braunen oder grünen Farbe zu befreien. Haidinger (Pogg. Ann. 14. 204) nannte ihn deshalb Pyrolusit, von πῦρ Feuer, λούω wasche.

Afterkrystalle nach Braunmangan häufig, ächte Krystalle finden sich meist mit Brauneisenstein zusammen in kurzen Säulen, deren Winkel sich aber nicht scharf bestimmen lassen. Die ersten maß Haidinger aus dem Brauneisen von Eiserfeld bei Siegen, sie finden sich ferner schön bei Hirschberg in Westphalen und Platten in Böhmen, besonders aber zu Schimmel und Osterfreude bei St. Georgenstadt im Erzgebirge. Die annähernden Winkel betragen in der Säule $M = a : b : \infty c$ $93^0\ 40'$ ($92^0\ 52'$ Breithaupt), deren stumpfe Kante durch $a = a : \infty b : \infty c$ und deren scharfe durch $b = b : \infty a : \infty c$ gerade abgestumpft wird, alle vier etwas blättrig aber stark faserig. Außer der Gradendfläche $P = c : \infty a : \infty b$ findet sich auf die scharfe Kante aufgesetzt ein Paar $d = b : c : \infty a$ 140^0 in c, was man zwar durch eine Annahme von $2b : c : \infty a$ auch dem Braunmangan annähern könnte, doch scheint es eine besondere Krystallisation zu sein. Namentlich scheint es auch aus der Eigenthümlichkeit der Blätterung und Verschiedenheit der Farbe hervorzugehen, mit welcher sie sich z. B. bei Elgersburg an ein und demselben Handstücke von dem in Graumangan verwandelten Braunmangan unterscheiden.



Eisenschwarz, aber lichter grau als Braunmangan, und mit geringerem Glanz. Graulich schwarzer Strich. Härte 2, stark abfärbend, Gew. 4,9.

$\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$, Mangansuperoxyd,

unschmelzbar, verwandelt sich in der Hitze in $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}\,\dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$, und gibt dabei 12 p. C. Sauerstoff ab. Ein geringer Wassergehalt 1—2 p. C. rührt wahrscheinlich vom Braunmanganerz her.

Die langstrahligen bis feinfasrigen Abänderungen, wie man sie z. B.

zu Oehrenstock und Elgersburg bei Ilmenau, Friedrichsrode, Reinwege ꝛc. am Thüringer Wald findet, sind ohne Zweifel verändertes Braunmangan, nicht selten haben auch dicke Krystalle innen noch einen braunen, dagegen außen schon einen grauen Strich. Solches strahliges Erz scheidet sich in kleinen Mengen auch im Brauneisenstein (Neuenbürg, Siegen) oder verwitterten Spatheisen (Hüttenberg) aus. Besonders interessant ist das Vorkommen in Centralfrankreich (Dufrénoy Traité Miner. II. 415), wo Gesteine mit Pyrolusit und Psilomelan einen Gürtel um das krystallinische Urgebirge machen, die Juraformation lagert sich an, und beide werden durch einen Sandstein (Arkose) getrennt. Die Manganerze schweifen nur nesterweis begleitet von Schwerspath auf der Gränze herum, bald aus dem Urgebirge durch die Arkose ins Flözgebirge und umgekehrt tretend. Wie der Schwerspath, so kann auch das Manganerz erst später eingedrungen sein. In den Eisengruben von Beauregard (Dep. Yonne) sind die Liasmuscheln, besonders die dickschaligen Thalassiten, in Eisenglanz verwandelt, der von Manganerz begleitet wird. Die Grube von Romanèche bei Mâcon ist ein Tagebau im Porphyr, der 60′ tief mitten im Ort hinabgetrieben wird, und darauf lagert sich dann der untere Lias. Zu St. Christoph (Cher Dep.) ist die Arkose förmlich mit Manganerz geschwängert. Zu St. Martin de Fressengas bei Thiviers kommt das Erz in Knoten und kleinen Gängen im untern Oolith bis in den Gneis hinab vor. Delanoue glaubt daher, daß das Mangan in der Oolithenformation abgelagert, und dann erst durch Lösung und Schwemmung den tiefern Schichten zugeführt wurde. Das Manganerz von Nontron (Dordogne) auf Lias enthält etwas Kobalt, den man mit Nutzen herausziehen kann.

Graumangan ist das gewöhnlichste und technisch wichtigste, gerade weil es so leicht durch Oxydation entsteht. Phillips

Varvicit von Warwickshire, später auch von Ihlefeld und Leysa in Hessen erinnert durch seine kurzstrahlige Blättrigkeit zwar an das krystallinische Graumangan, allein nach der Analyse will man $\ddot{M}n + \ddot{\overline{M}}n\,\overline{H}$ annehmen, und nach Breithaupt (Pogg. Ann. 61. 187) soll es entschieden nur verändertes Braunmangan sein. Die sehr deutlichen Afterkrystalle von Oehrenstock in Dreikantnern von Kalkspath sind durch mechanische Erfüllung von strahligem Braunmangan entstanden, das sich dann später in Graumangan verwandelte. Um Verwechselungen zu vermeiden, nannte Breithaupt die Krystalle von Platten Polianit (πολιὸς grau).

3. Hartmangan $\ddot{\overline{M}}n$.

Brachytypes Manganerz Mohs Pogg. Ann. 7. 234, Braunit Haidinger Pogg. Ann. 14. 203. In großer Menge zu Oehrenstock bei Ihlefeld im Porphyr brechend. Kleine viergliedrige Oktaeder, die man aber von regulären im Ansehen nicht unterscheiden kann, Endkanten 109° 53′ und Seitenkanten 108° 39′, also nur wenig stumpfer als das reguläre Oktaeder. Die Flächen meist gekrümmt und etwas blättrig.

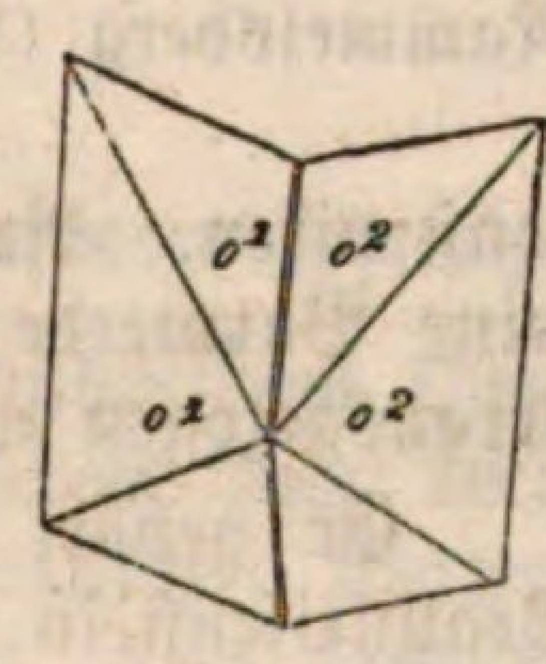
Schwarz und viel dunkeler als die genannten. Das Pulver ein Stich ins Roth. Unvollkommener Metallglanz. Härte 6—7, daher unter allen Manganerzen das härteste, Gew. 4,8.

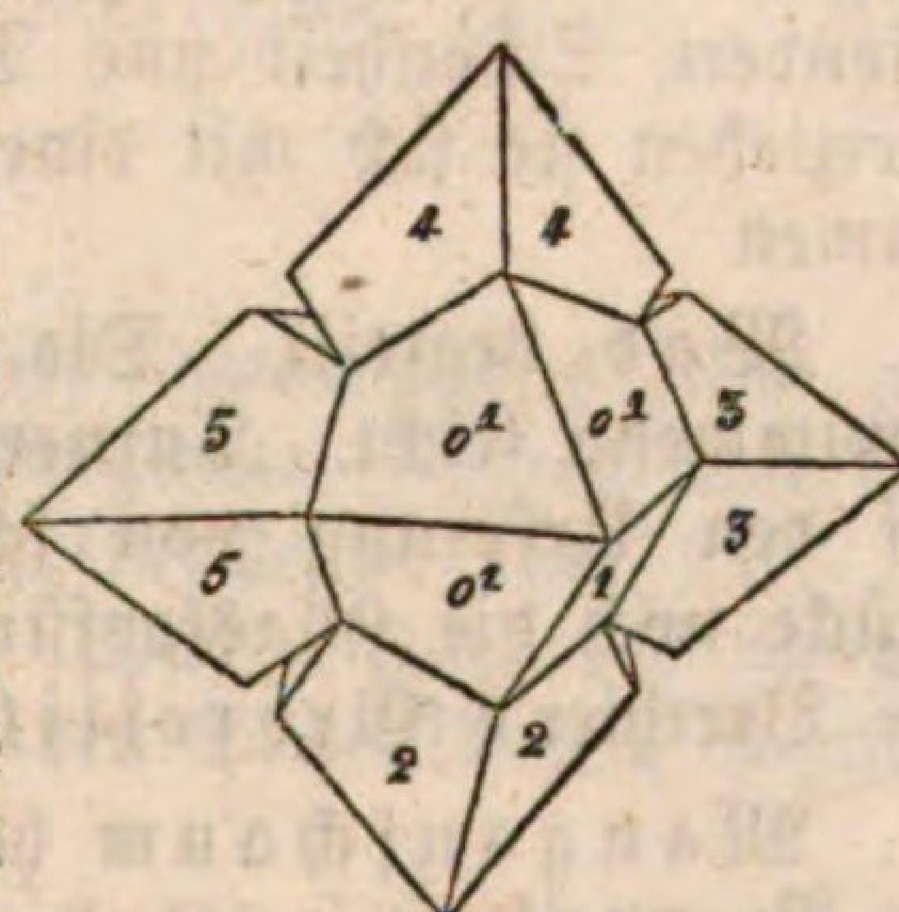
Unschmelzbar, besteht aus Manganoxyd $\dddot{\overline{Mn}}$, durch 2,6 Baryterde verunreinigt. Es fällt bei dieser Zusammensetzung allerdings auf, daß es nicht mit Eisenglanz isomorph ist, da Mangan das Eisen doch so häufig vertritt, Herrmann will es daher als $\dot{Mn}\,\ddot{Mn}$ betrachtet wissen. Ihlefeld, Leimbach, St. Marcel (Marcelline).

4. Scharfmangan $\dot{Mn}\,\dddot{\overline{Mn}}$.

Schwarzer Braunstein Werner's, die scharfe Form des Oktaeders schon von Hauy (Traité IV. 266) erkannt, daher von Mohs pyramidales Manganerz genannt, Haidinger schlug den Namen Hausmannit vor, Hausmann selbst nennt es aber Glanzbraunstein.

Viergliedrige Oktaeder 105° 25′ in den Endkanten und 117° 54′ in den Seitenkanten, gibt $a = \sqrt{0,7249}$. Quer gegen die Hauptaxe, also parallel einer Gradendfläche $c : \infty a : \infty a$ ist es deutlich blättrig. Auch das nächste stumpfere Oktaeder $a : c : \infty a$ und ein dreifach stumpferes $a : a : \frac{1}{3}c$ kommt untergeordnet vor. Häufig und höchst auszeichnet sind Zwillinge, welche die Fläche des nächsten stumpferen Oktaeders gemein haben und umgekehrt liegen. Man darf das Oktaeder nur in einer 2 + 1gliedrigen Säulenstellung nehmen und parallel dieser stumpfen Säulenkante von 117° 54′ in der Mitte durchsägen, und die beiden Hälften um 180° gegeneinander verdrehen, so kommt ein Schwalbenschwanzzwilling ähnlich dem Gyps, nur daß die scharfe Säulenkante o^1/o^2 nicht abgestumpft ist, wohl aber sind die sämmtlichen Flächen dieser Säule in beiden gemein, während die Augitpaare 1/2 unter 165° 38′ und ihre Mediankante oben unter 161° 38′ einspringen. Eine förmliche 2 + 1gliedrige Ordnung.





Gewöhnlich sind es Fünflinge, indem an ein mittleres Hauptindividuum (1) sich 4 Nebenindividuen lagern (2—5). Sie erscheinen wie ein Oktaeder mit eingeknickten Kanten von 161° 38′, und dreimal eingeknickten Flächen, wovon zwei an der Zwillingsgränze (12, 13, 14, 15) 165° 32′ betragen, während die Nebenindividuen 2—5 untereinander sich nicht berühren, sondern in der geknickten Oktaederfläche (23, 34, 45, 52) einen Winkel von 22½° offen lassen, der sich aber mit Masse ausfüllt. Die ganze nicht gezeichnete Unterseite geht respektive den Flächen von 1 parallel, da je zwei Flächen der Nebenindividuen mit zweien des Hauptindividuums parallel gehen müssen, vermöge des Zwillingsgesetzes.

Pechschwarz mit röthlich braunem Strich und unvollkommenem Metallglanz. Härte 5, Gew. 4,7, ist also leichter als Hartmangan, obgleich es weniger Sauerstoff hält.

$\dot{Mn}\,\dddot{\overline{Mn}}$ von der Zusammensetzung des Magneteisens, aber doch damit nicht isomorph, deshalb wollte es Herrmann als $\dot{M}^2\,\ddot{Mn}$ ansehen. Ilmenau und Ihlefeld. Daubrée hat es künstlich aus Manganchlorür mit Wasserdampf in der Rothglühhitze dargestellt.

5. Schwarzer Glaskopf.

Schwarzeisenstein Werner, untheilbares Manganerz Mohs, Psilomelan Haidinger, von ψιλός kahl, μελάς schwarz. Ein Manganglaskopf, mit traubiger und nierenförmiger Oberfläche, aber innen nicht faserig, sondern mit Jaspisbruch. Der Strich hat etwas Glanz. Bläulichschwarze Farbe, Härte 5—6, Gew. 4.

Unschmelzbar. Es scheint keine bestimmte chemische Verbindung zu sein, was den dichten Zustand erklärlich macht. Nimmt man das Mangan als rothes Oryd ($\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}\,\dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$), so bleibt noch ein Ueberschuß an Sauerstoff. Turner (Pogg. Ann. 14. 225) analysirte den von Schneeberg und Romanèche und fand 69,8 rothes Oryd, 7,3 Sauerstoff, 16,4 Baryterde, 6,2 $\dot{\bar{\mathrm{H}}}$, Rammelsberg (Pogg. Ann. 54. 556) möchte daraus die Formel

$$(\dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}, \dot{\mathrm{B}}\mathrm{a})\, \ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}^2 + \dot{\bar{\mathrm{H}}}$$

konstruiren. Auffallender Weise fand Fuchs in einem vom Fichtelgebirge keine Baryterde, sondern 4,5 Kali, was nach dem Glühen mit Wasser herausgezogen werden kann. Der von Horhausen im Siegenschen hat 3 $\dot{\mathrm{K}}\mathrm{a}$.

Er gehört zu den verbreitetsten Manganerzen, namentlich gern mit Brauneisenstein (Neuenbürg), manche Abänderungen sind vielfach von faserigem Graumangan durchzogen. Die Schneeberger zeichnen sich durch besondere Schönheit und Tiefe der Einschnitte aus. Durch Verwitterung überziehen sie sich mit einer nelkenbraunen Schicht, die man unter dem Namen

Wad begreift. Die ganz verwitterten Stücke sind färbend, aber schwimmend leicht. Turner wies in mehreren etwas Baryterde nach, was auf den Ursprung von schwarzem Glaskopf deutet, auch zeigen derbe Stücke noch die Glaskopfstruktur. Er besteht im wesentlichen aus $\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}\,\dot{\bar{\mathrm{H}}}$, wie Berthier's Groroilit von Groroi (Dep. Mayenne). Der

Manganschaum hat mehr Glanz und mehr Roth, er überzieht den Brauneisenstein (daher auch Brauneisenrahm genannt). Schwarzes erdiges Manganerz findet man gar häufig in Eisengruben, in den Bohnenerzen, als Zersetzungsprodukt salinischer Eisenerze 2c. Naß sind sie schmierig. Man vergleiche hier auch den schwarzen Erdkobalt und das Kupfermanganerz von Kamsdorf (Pogg. Ann. 54. 547), den Crednerit von Friedrichsrode $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{u}^3\,\dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$ (Pogg. Ann. 74. 561).

Vorstehende Manganerze kommen entweder als reine Erzstufen oder auf Mühlen zu Pulver gestoßen, als Braunstein in den Handel. Ihr Werth hängt lediglich von dem Sauerstoffgehalt ab. Doch sollen die besten Braunsteinsorten nur 89—92 p. C. $\ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$ enthalten. Der Ctr. kostet etwa 1 Rthlr. Sie dienen zur

1) Darstellung des unreinen Sauerstoffs. Man glüht sie, das reine Superoryd gibt dann ein Drittel seines Sauerstoffs ab, also $\mathrm{Mn}^6 + \mathrm{O}^{12}$ werden $\mathrm{Mn}^6 + \mathrm{O}^8 = \mathrm{Mn}^3 + \mathrm{O}^4 = \dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}\,\dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$ (rothes Oryd). Daraus folgt, daß Scharfmangan gar keinen Sauerstoff, Hart- und Braunmangan dagegen $\frac{1}{9}$ abgeben.

2) Darstellung des Chlors. Man mischt in Fabriken 2 Na Cl + 2 $\dddot{\mathrm{S}}\,\dot{\bar{\mathrm{H}}} + \ddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$, es bildet sich dann 2 $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}\,\dddot{\mathrm{S}}$ + 2 Cl $\bar{\mathrm{H}}$, letztere Salz-

säure zersetzt das Mangansuperoxyd, es wird von $2\,\dot{\text{H}} + \text{Mn}\,\overline{\text{Cl}} + \overline{\text{Cl}}$ das eine Atom Chlor frei.

3) Entfärbung des Glases. Eisenoxydul färbt stärker als Eisenoxyd, umgekehrt Manganoxyd stärker als Manganoxydul. Hat man daher im Glase $\dot{\text{F}}\text{e}^2 + \ddot{\overline{\text{Mn}}}$, so setzt sich das in $\dddot{\overline{\text{Fe}}} + \dot{\text{M}}\text{n}$ um, welche beide weniger färben. Ebenso werden kohlige Theile, die braun färben, zerstört.

Als Manganhaltige Fossile hatten wir oben Manganepidot pag. 234, Mangangranat pag. 230, Mangankiesel pag. 215, Helvin pag. 313, Manganspath pag. 346, Braunspath 2c., Franklinit pag. 517. Auch Wolfram, Hauerit haben einen wesentlichen Mangangehalt.

c) Zinnerze.

Ihr Vorkommen ist sehr beschränkt. Denn abgesehen vom Zinnkies $\dot{\text{F}}\text{e}^2\,\ddot{\text{S}}\text{n} + \dot{\text{C}}\text{u}^2\,\ddot{\text{S}}\text{n}$, gibt es kaum noch etwas Wichtiges außer dem Oxydischen Erz. Kleine Mengen im Olivin pag. 219, Euklas pag. 265, Manganepidot pag. 235, in den Tantalerzen, im Saidschützer Bitterwasser und in Quellen-Niederschlägen sind zwar gefunden, doch beweist das nur, daß auch die Verbreitung des Zinns eine große ist.

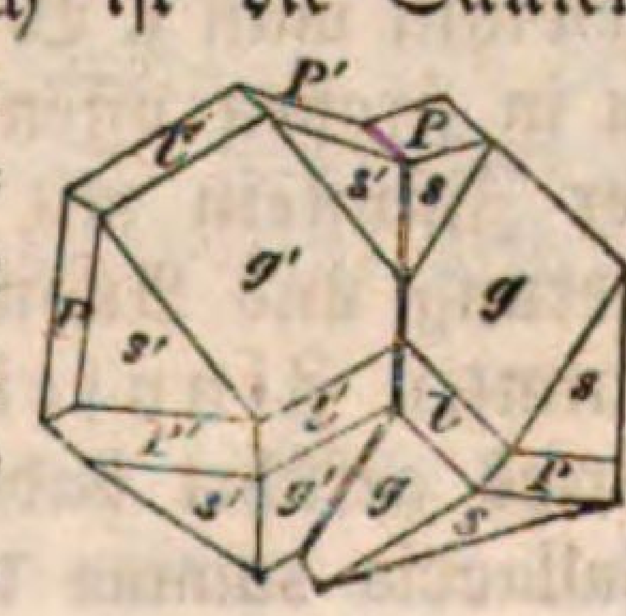
Zinnstein.

Schlechthin Zinnerz, weil es das einzige ist, woraus das Zinn gewonnen wird. Zinnzwitter, Zinngraupen der Bergleute. Schon von den Phöniciern und Römern gekannt. Étain oxidé, Oxyde of Tin.

Viergliedrig und isomorph mit Rutil. Das Oktaeder $s = a : a : c$ hat $121^0\,35'$ in den End- und $87^0\,17'$ in den Seitenkanten, folglich

$$a = \sqrt{2{,}199}.$$

Das nächste stumpfere Oktaeder $P = a : c : \infty a$ ist gewöhnlich durch Streifung entstellt, aber dennoch gieng Hauy von ihm aus, zumal da er meinte, Spuren von Blätterbrüchen daran entdeckt zu haben. Die erste quadratische Säule $g = a : a : \infty c$ ist immer da, und ihr entsprechen wenn auch undeutliche Blätterbrüche, schmaler pflegt die 2te Quadratische Säule $l = a : \infty a : \infty c$ zu sein. Eine Abstumpfung zwischen beiden Säulen g/l ist $r = \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : \infty c$, und ein Vierkantner zwischen P/g $z = \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : c$ kommt häufig in Cornwallis vor. Das sogenannte Needle Tin von Polgooth im grünen Chlorit der dortigen Zinnsteingänge zeigt blos die achtseitige Säule r mit dem Vierkantner z in der Endigung (Dufrénoy). Eine Fläche $i = a : c : 3a$ stumpft die Kante P/s ab. Zu Monte del Rey in Spanien findet sich sogar die Gradendfläche $c = c : \infty a : \infty a$. Phillips gibt noch viele andere Flächen an. Namentlich ist die Säulenzone oft stark entwickelt. In England finden sich zwar einfache Krystalle, aber vorherrschend sind, wie im Erzgebirge, die Zwillinge, dieselben haben eine Fläche des nächsten stumpfern Oktaeders gemein, und liegen umgekehrt. Die Hauptaxen c beider Individuen (also auch die Säulenkanten) schneiden sich unter $112^0\,1'$.



Eine Fläche l der 2ten Säule wird zur Medianebene, sie spiegelt in beiden ein. Die erste Säule herrscht gewöhnlich, doch so daß die Oktaeder s und P noch einspringende Winkel (Visir) machen können, daher heißt sie der sächsische Bergmann Visirgraupen, die Visirkante s/s' springt 136° einwärts. Das Visir kann jedoch auch ganz verschwinden, namentlich wenn sich die zweite Säule stark ausdehnt, höchstens daß eine kurze Streifung die Stelle der einspringenden Winkel noch andeutet. Es entstehen dann wie beim Rutil knieförmige Krystalle, das Knie macht mit seinen Kanten immer 112° 1'. Bei den Visirgraupen wächst gewöhnlich ein Individuum durch, man kann das leicht für Drillinge halten, allein das Einspiegeln sämmtlicher Flächen läßt das wahre Sachverhältniß bald erkennen. Es kommen freilich auch Drillinge, Vierlinge ꝛc. vor, es ist aber in dieser Mehrzahl nichts Gesetzliches.

Unvollkommener Metallglanz in den Fettglanz sich neigend. Im reflektirten Licht sind die Sächsischen schwarz, auf Sprüngen scheinen sie aber gelblichroth, wie Colofonium, durch. Die Englischen zeigen häufig ganz die Colofoniumfarbe, welche sich sogar bis zum fast farblosen steigern kann. Daher geben selbst die dunkelsten fein gestoßen ein lichtaschgraues Pulver. Kleinmuscheliger Bruch. Härte 6—7, noch etwas härter als Hartmangan, daher unter den oxydischen Erzen das härteste. Gew. 6,97, aber gewöhnlich etwas leichter.

Zinnoxyd $\dot{\ddot{S}}n$ mit 78,6 Zinn und 21,4 Sauerstoff,

schon Klaproth Beitr. II. 245 kam zu diesem Resultate sehr annähernd. Eisenoxyd, Manganoxyd und etwas Kieselerde sind die gewöhnlichen Verunreinigungsmittel, zu Finbo auch Tantalsäure. Vor dem Löthrohr ist er für sich unveränderlich, auf Kohle in gutem Reductionsfeuer gibt er ein Zinnkorn, besonders auf Zusatz von Soda. Berzelius lehrte zwei isomere Zustände des Zinnoxydes kennen (Pogg. Ann. 75. 1): eines ist selbst in kalter Salpetersäure löslich, das andere aber unlöslich. Zur unlöslichen gehört der Zinnstein, der hartnäckig allen Säuren widersteht, Klaproth mußte ihn daher mit Aetzkali im Silbertiegel aufschließen. Daubrée will durch Zersetzung des Zinnchlorids mittelst Wasserdampf 2gliedrige Krystalle erhalten haben. G. Rose setzt dieselben zur Form des Brookits.

Das Vorkommen des Zinnsteins gehört zu den ältesten, denn wenn mit ihm andere Erzgänge, wie z. B. in Cornwallis die Kupfererzgänge, zusammen vorkommen, so durchsetzen und verwerfen sie die Zinnsteingänge. Der Zinnstein selbst bricht meist nur auf schmalen Gängen, die kein bestimmtes Streichen einhalten, sondern das Gebirge in kleinen Trümmern netzförmig durchschwärmen. Man muß daher das ganze Gestein abbauen, was zuweilen nicht mehr als $\frac{1}{5}$ p. C. Erz enthält. Solche Baue, etagenförmig übereinander geführt, heißen Stockwerke, daher Zinnstockwerke. Da man jedoch, um den Einsturz zu hindern, große Mittel stehen lassen muß, so gewinnt man z. B. auf der Carclaze-Grube bei St. Austle das Zinnerz geradezu in großen offenen Tagebauen (Pingen). Diese Art der Vertheilung hat der Zinnstein mit dem Golde gemein, wo die Natur daher die Zertrümmerung und Auswaschung übernommen hat, da erzeugten sich die sogenannten Zinnseifen, die ohne Zweifel zuerst auf die Entdeckung des Erzes geführt haben. Schon Plinius 34. 47 sagt ausdrücklich gigni in Gallaecia summa tellure arenosa, lavant eas arenas metallici, et quod

subsidit, coquunt in fornacibus. Begleiter des Zinnsteins sind Quarz, Wolfram, Tungstein, Topas, Apatit, Arsenikkies, Lithionglimmer, Turmalin, Flußspath rc.

1. Krystallinischer Zinnstein. Das ist bei weitem der häufigste. Im Erzgebirge werden jährlich etwa 4000 Ctr. Zinn erzeugt. Die Hauptpunkte sind a) Böhmisch und Sächsisch Zinnwalde, wo das Erz in ein körniges Quarzgestein (Greisen) eingesprengt ist, nördlich dabei die berühmten Altenberger Stöcke, im Feldspathporphyr, aber die Gänge zersetzten das Gestein zu einem harten Quarz. Am südlichen Abhange des Erzgebirges Graupen (Zinngraupen) nordöstlich Teplitz. b) Ehrenfriedersdorf und Geyer zwischen Chemnitz und Annaberg liegen stark nördlich vom Kamme des Erzgebirges, hier Gänge im Gneise. c) Eybenstock und Johann-Georgenstadt in Sachsen, Platten und Joachimsthal in Böhmen, vier Städte, welche in einer Linie von Nordwest nach Südost quer über das Erzgebirge liegen. d) Die schönsten Krystalle brechen jedoch in gangförmigen Zügen südlich Elbogen an der Eger bei Schlaggenwalde und Schönfeld. Ungleich reicher als dieses alles ist die südwestliche Halbinsel Englands Cornwallis, wo jährlich allein an 90,000 Ctr. Zinn gewonnen werden. Es sind hier wieder quarzige Zinnsteingänge, die Thonschiefer und Granit nach allen Richtungen durchschwärmen. „Die äußere Ansicht gleicht einer zusammenhängenden Kette von Ruinen, auf den Spitzen der Berge mit den ehrwürdigen Denkmälern alter Druiden. Eine einzige Grube nimmt mit ihren überstürzten Halden, Erzhaufen, Pochhütten rc. nicht selten eine halbe englische Quadratmeile ein" (Bergmännisches Journ. 1790. III. 2. pag. 21). St. Austle, St. Agnes, St. Just, Redruth, Polgooth und viele andere Gruben haben die schönsten Krystalle geliefert, worunter namentlich auch häufig einfache, die durch ihre Form an die Mannigfaltigkeit von Zirkon- und Hyacinthkrystallisation erinnern. In Spanien gedenkt schon Plinius des Vorkommens in Lusitania (Portugal) und Gallaecia (Gallicien, der nordwestlichen Ecke der Halbinsel), auch fing man 1787 im Granit von Monte-del-Ray dieselben wieder abzubauen an, und die Londoner Industrieausstellung 1851 hatte Erzproben aus den Provinzen Orense, Lugo und Zamora. Beweise genug für ihr Vorhandensein. Ebenso kann man aus Frankreich, Schweden (Finbo mit Pyrophysalit und Tantalit), Mexiko rc. Punkte nennen, selbst in den vom Aetna ausgeworfenen Granitbruchstücken ist zuweilen Zinnoryd eingesprengt. Allein reich ist nur noch ein bekannter Punkt in Hinterasien, die Halbinsel Malacca, die mit Bangka und Junkceylon so viel Zinn liefert, als England und Sachsen zusammen, auf den Bangka-Inseln von Chinesen, auf Junkceylon von Siamesen betrieben. Der Reichthum ist daselbst so ungeheuer, daß bis jetzt blos die Zinnseifen ausgebeutet wurden, worin natürlich die Krystalle gelitten haben müssen. Unter den Geschieben gehören viele zu dem edelsten Erz, wie z. B. die fast farblosen aus den Seifenwerken von St. Agnes. Die Masse dagegen bildet dunkelfarbige Geschiebe, die aus körnig krystallinischer Substanz (Granular-Tin) besteht, welche auf reichen Gängen die Krystallmutter bildete.

2. Holzzinn (Wood-Tin), Kornisch-Zinnerz Werner. Nach seiner holzbraunen Farbe und fasrigen Structur genannt. Die Oberfläche geht nicht

selten ins schön Kastanienbraune, das Innere ist jedoch matt. Das excentrisch Fasrige und concentrisch Schalige in Verbindung mit Anfängen von Glaskopfstruktur erinnert an lichte Brauneisensteine. Das Gewicht geht auf 6,4 hinab, Härte 5—6. Verunreinigung von Eisenoxyd geht bis auf 9 p. C. Es kommt in den Seifenwerken von St. Austle und bei Xeres in Mexiko vor.

Die Afterkrystalle nach Feldspath pag. 184 sind auf der Grube Huel Coates bei St. Agnes Beacon auf einem Gange in verwitterten Granit eingesprengt. Es ist eine feinkörnige mit Quarzsand gemengte Masse, welche die Räume vorher zersetzter Carlsbader Zwillinge erfüllt.

Die Kenntniß des Zinn's pag. 500 knüpft sich durchaus an die des Zinnsteins. Kein Erz ist daher seit dem grauen Alterthum so berühmt, als dieses. Schon Homer (Ilias 18, 474, 612. 20, 271) nennt es *κασσίτερος*, und die Phönicier holten es von den Kassiteriten. Da es die Eigenschaft hat, Metalle (besonders Kupfer) zu härten, so war es in einer Zeit, wo Eisen fehlte, von besonderer Wichtigkeit, und daher ist auch Verwechselung gar nicht möglich. Plinius nennt es Plumbum candidum im Gegensatz von nigrum dem Blei, und Aristoteles wußte schon, daß es leichter als Blei schmilzt, pag. 129. Daher unterscheidet Plinius weißes Blei vom schwarzen daran, daß das weiße in geschmolzenem Zustande das Papier nicht durch seine Hitze, sondern durch sein Gewicht zerreiße. Zugleich erzählt er die merkwürdige Geschichte, daß das preliosissimum candidum a Graecis appelatum cassiteron aus Inseln des atlantischen Oceans geholt werde, und zwar auf geflochtenen mit Fellen umnähten Schiffen. Gedenkt aber nicht, wie Caesar de bello gall. V. 12, Englands, sondern meint, daß sie das spanische Gallicien gewesen. Während Spätere sogar Malacca als das Land jenseits der Säulen des Hercules angesehen haben, wo die Phönicier das hochgeschätzte Metall holten.

Das Zinn aus seinem Erze zu gewinnen, macht einige Mühe. Es muß geröstet, gepocht und geschlämmt werden. Beim Schlämmen fällt auch der Tungstein pag. 416 mit, welcher daher lange für weiße Zinngraupen gehalten wurde. Dann wird das reinere Erz in Hoch- oder Flammenöfen mit Kohle reducirt.

Abgesehen von Bronze pag. 485 wird es besonders mit Blei legirt (3—50 p. C.). Proust hat gezeigt, daß darin das Blei weniger angegriffen werde, als das Zinn. Da Zinn von Luft und Wasser nicht angegriffen wird, so dient es hauptsächlich zum Verzinnen von Eisen- und Kupfergefäßen. Chlorzinn dient in der Färberei, und Zinnamalgam zu Spiegeln. Schon im Alterthum waren die Spiegel von Brundusium geschätzt, „bis silberne zu gebrauchen selbst Mägde angefangen haben."

d) Titanerze.

Sind gerade nicht selten, aber doch meist nur in kleinen Mengen gefunden. Schon beim Titanit pag. 300 wurden eine ganze Reihe titanhaltiger Fossile mit Kieselerde verbunden genannt. Den Titangehalt der Eisenerze beweist nicht blos das Titaneisen pag. 523, worin der englische Geistliche Gregor 1791 zuerst das Titan erkannte, sondern vor allem auch

das in der sogenannten Eisensau der Hochöfen gefundene Stickstofftitan pag. 501. Da geschwefelte Verbindungen gar nicht vorkommen, so haben wir hier die letzten, aber auch wichtigsten. Das reine Titanoxyd $\ddot{\text{Ti}}$ ist nicht blos interessant durch seinen Isomorphismus mit Zinnstein, sondern es scheint sogar als Rutil, Anatas und Brookit trimorph aufzutreten, das einzige Beispiel in seiner Art.

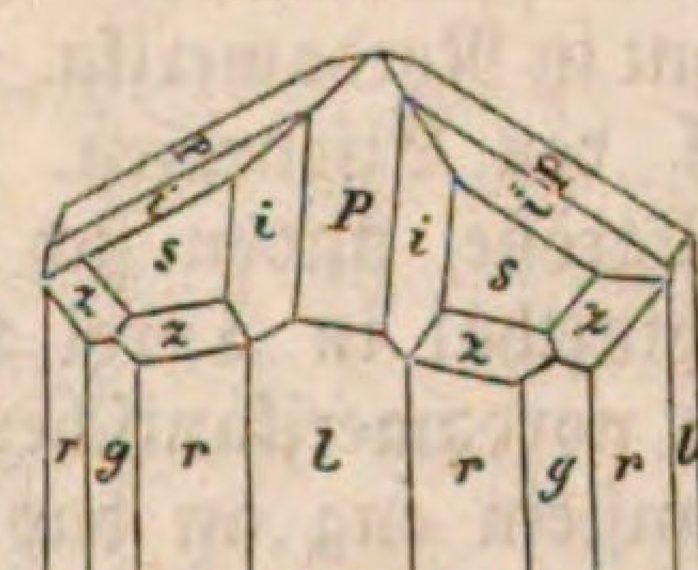
1. Rutil, $\ddot{\text{Ti}}$.

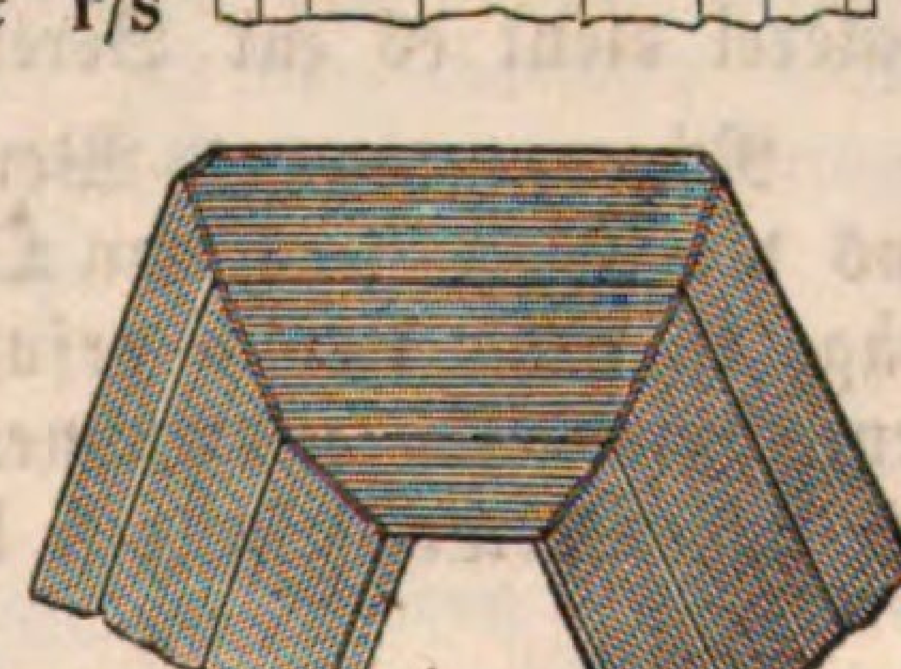
Der passende Wernersche Name bezieht sich auf die rothe Farbe, rutilus. Da er so häufig und ausgezeichnet in den Alpen vorkommt, so konnte er den ältern Mineralogen nicht entgehen, sie nannten ihn aber rothen Schörl oder schörlartigen Granat. Bis endlich Klaproth Beiträge I. 233 in den Ungarischen von Poinik das Titanium entdeckte, welches sich später als identisch mit dem Stoffe im Menaccanit pag. 524 erwies. Titane oxidé.

4gliedrig, isomorph mit Zinnstein. Nach Miller (Pogg. Ann. 57. 479) mißt das Oktaeder $s = a : a : c$ $123^0\ 8'$ in den End- und $84^0\ 40'$ in den Seitenkanten, folglich

$$a = \sqrt{2{,}41}.$$

Kokscharow Pogg. Ann. 91. 154 fand durch viele Messungen im Mittel $123^0\ 7'\ 30''$. Das erste stumpfere Oktaeder $P = a : c : \infty a$ gewöhnlich gestreift. Die erste quadratische Säule $g = a : a : \infty c$ zeichnet sich vor allen durch ihren deutlich blättrigen Bruch aus, und liefert für die Blättrigkeit der quadratischen Säule das ausgezeichnetste Beispiel im viergliedrigen System, die beiden gleichen blättrigen Brüche erreichen fast die Deutlichkeit der Hornblende. Auch die zweite quadratische Säule $l = a : \infty a : \infty c$ läßt ihre Blättrigkeit nicht verkennen, wenn auch nicht so deutlich als die erste. Durch Einstellung der 4 + 4kantigen Säule $r = \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : \infty a$ wird die Schärfe der quadratischen Säule häufig ganz entstellt, und bildet sich ein System von Streifen, welche die Säulenformen cylindrisch machen. Die kleinen zierlichen Krystalle auf den Eisenrosen pag. 521 vom St. Gotthardt scheinen in sehr unregelmäßiger Weise einzelne Flächen dieser r zu haben, woran dann das nächste stumpfe Oktaeder P die Endigung bildet, wie trotz des Glanzes eine feine Streifung zeigt. Jedoch da als Säulenflächen auch noch $a : \frac{1}{2}a : \infty c$, $a : \frac{1}{3}a : \infty c$, $a : \frac{1}{4}a : \infty c$, $a : \frac{1}{7}a : \infty c$ angegeben werden, so kann in diesen unwichtigen Bestimmungen meist nur Messung leiten. Dagegen kommt wie beim Zinnstein der 4kantner $i = a : c : 3a$, die Kante P/s und $z = \frac{1}{2}a : \frac{1}{3}a : c$ die Kante r/s abstumpfend, ausgezeichnet vor. Da die Ausbildung der Ecken aber oft fehlt, so bilden die Zwillinge, welche P gemein haben und umgekehrt liegen, ein einfaches Knie von $114^0\ 26'$, oder bei Durchwachsung, wie es häufig geschieht, das Supplement $65^0\ 34'$. Dieses Knie wiederholt sich nicht selten mehrfach, indem sich die Individuen gegenseitig zu verdrängen suchen,





was durch Ein- und Ausbiegung angedeutet ist, die Strahlen können dann nur zwei Richtungen befolgen. Entsteht jedoch ein Drilling, so haben wir zwei Kniee und dreierlei Strahlenrichtungen.

Im Quarz und Bergkrystall vom St. Gotthardt findet man zarte Fäden, die sich nach drei Richtungen scheinbar unter 60° schneiden, allein es möchte doch wohl nur der Zwillingswinkel von 65° 34′ sein. Miller nimmt zwar ein Gesetz an, nach welchem die Individuen sich mit $c : \frac{1}{3}a : \infty a$ an einander legen sollen, und sie würden dann einen Winkel von 54° 43′ bilden, allein auch dieser Winkel kommt dem 60° nicht näher. Auch auf den Eisenrosen kann man drei Richtungen in den Individuen wahrnehmen, und diese scheinen senkrecht gegen die dreiseitige Streifung auf der Gradendfläche des Eisenglanzes zu liegen, dann müßten sich die Individuen unter 60° schneiden. Vielleicht kommt diese Ungleichheit von der Anziehung des Eisenglanzes her.

Fuchsroth mit einem schönen innern Lichtschein nach der Lage des Blätterbruchs. Einerseits gehen die Fäden ins Strohgelbe, andererseits ins Blutrothe, selbst ins Schwärzliche, besonders bei unreinen Varietäten. Das Pulver gelblich grau. Die edlen stark durchscheinend, daher metallähnlicher Diamantglanz. Härte 6, Gew. 4,3.

Das Titanoxyd ist vor dem Löthrohr unschmelzbar, mit Soda schmilzt es wie die Kieselerde unter Brausen zusammen, sammelt sich über der Kohle zu einer schmutzig braunen unklaren Perle, welche beim Abkühlen etwas aufglüht. Mit Phosphorsalz in der äußern Flamme ein gelblich grünes Glas, das kalt farblos wird, in der innern ändert sich die Farbe heiß nicht, wird aber kalt schön violett. In concentrirter Schwefelsäure ist das feinste Pulver löslich, besser jedoch wird es mit zweifach schwefelsaurem Kali aufgeschlossen. $\ddot{Ti}$ nach der chemischen Form des Zinnoxyds $\dot{Sn}$, Heinrich Rose fand in den großen äußerlich dunkelfarbigen Krystallen im Quarz von St. Yrieux (Haute-Vienne) 1,5 $\dddot{\bar{F}}e$ (Pogg. Ann. 3. 166). Mit Soda auf Platinblech öfter eine Manganreaktion, der von Käring-Bricka in Westmanland hat neben 97 $\ddot{Ti}$ sogar 3 $\dot{E}r$.

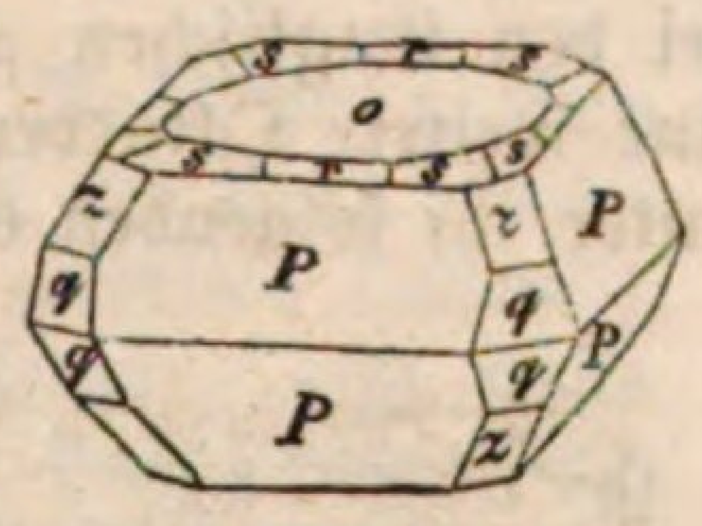
In den Hochalpen mit Quarz, öfter sogar nadelförmig in den Bergkrystall eingewachsen, wobei man sich dann vor Verwechselung mit Turmalin hüten muß. Außerordentlich schön in dem Bergkrystall von Vermont in Nordamerika. Höchst eigenthümlich ist die so gewöhnliche Ablagerung auf den Eisenrosen. Lose Krystalle und Geschiebe, oft von mehr als Zollgröße, finden sich bei Rosenau in Ungarn, Villa Ricca in Brasilien, Schinzthal in Tyrol ꝛc., Aschaffenburg, Arendal, Buitrago in Spanien. Im nordamerikanischen Urgebirge an zahllosen Stellen. Immer wie der Zinnstein eng an das krystallinische Urgebirge geknüpft. In der Porzellanmalerei dient es zur Bereitung einer gelben Farbe.

Nigrin nannte Werner eine Zeitlang die dunkelfarbigen Geschiebe aus den Goldseifen von Ohlápián in Siebenbürgen, worin Klaproth (Beiträge II. 235) 14 $\dddot{\bar{F}}e$ gefunden haben wollte. Da aber daselbst verschiedene Titaneisen vorkommen, worunter auch ächter Rutil ist, so muß man sich vor Verwechselungen hüten.

2. Anatas, $\ddot{\text{Ti}}$.

R. de l'Isle Christ. II. 406 kennt ihn schon unter dem Namen schorl bleu, Saussure Voyages dans les Alpes Nro. 1901 nannte ihn Octaedrit, was Werner beibehielt. Nach seinem ersten Fundort Oisans hießen ihn die Franzosen auch Oisanite, indeß ist der Hauy'sche Name von der gestreckten Form der Oktaeder entnommen (ἀνάτασις Ausstreckung) durchgeschlagen. Hauy schloß schon aus der Leitungsfähigkeit der Elektricität, daß er eine metallische Substanz enthalten müsse, was Vauquelin bestätigte.

Viergliedrige Oktaeder P mit 97° 56′ in den End- und 136° 22′ in den Seitenkanten, daher $a = \sqrt{0,3205}$, lga = 9,75291. Seine Flächen zeigen sich auf Bruchflächen deutlich blättrig, weniger deutlich blättrig scheint die Gradendfläche $o = c : \infty a : \infty a$, sie dehnt sich bei den brasilianischen stark aus, so daß viergliedrige Tafeln entstehen. Die Oktaederflächen sind fein quer gestreift parallel der Seitenkante. Häufig kommt das nächste schärfere Oktaeder $q = \frac{1}{2}a : c : \infty a$ in den Diagonalzonen von P untergeordnet vor, viel seltener das nächste stumpfere $z = a : c : \infty a$. Dagegen ist bei den Brasilianischen die Kante P/o gar oft durch $r = a : a : \frac{1}{5}c$ abgestumpft. Am zierlichsten ist aber ein fast bei allen sichtbarer niedriger Vierkantner s, den schon Hauy kannte, und der nach Mohs das Zeichen $s = \frac{4}{5}a : \frac{4}{3}a : \frac{1}{5}c$ pag. 75 haben soll, wenigstens wird seine Endkante (im Quadranten), welche von $\frac{1}{5}c : \frac{1}{2}d$ geht, durch das Oktaeder $r = a : a : \frac{1}{5}c$ gerade abgestumpft. Als Seltenheit die 2te Säule $a : \infty a : \infty c$.



Die Alpinischen haben im reflektirten Lichte zwar den Schein der schwarzen Blende, scheinen aber sehr schön indigblau durch, daher der alte Name blauer Schörl. Sie wirken etwas auf das Dichroscop. Die Brasilianischen scheinen stellenweis Kolophoniumartig durch. Jedenfalls haben alle nur ein halbmetallisches Aussehen, und neigen zum Diamantglanz. Härte 5—6, Gew. 3,89.

Vor dem Löthrohr verhält er sich wie Rutil, da er ebenfalls aus reinem Titanoxyd besteht.

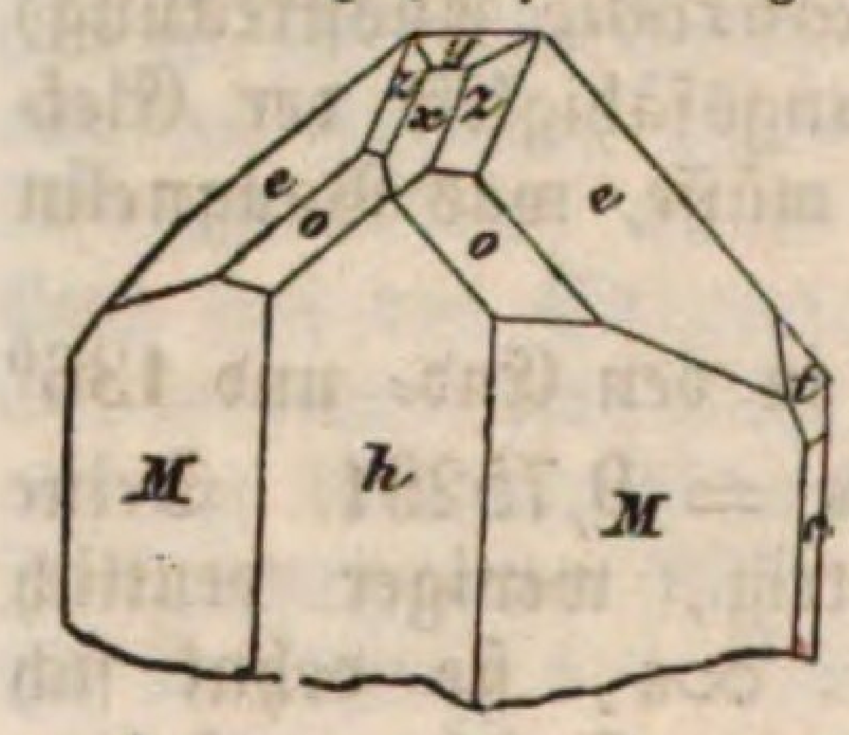
Er ist seltener als Rutil, und immer nur in kleinen Krystallen mit Bergkrystall in den Hochgebirgen der Alpen, Oisans, Tavetsch- und Gaveradithal, hier öfter wie der Rutil in den Bergkrystall eingesprengt. Aschaffenburg, auf Grünstein bei Hof im Fichtelgebirge in kleinen fast hyacinthrothen Krystallen. Die größten kommen in einem Bache von Itabira zu Minas Geraes in Brasilien vor, Tafeln und Oktaeder können gegen ½ Zoll im größten Durchmesser erreichen. In Nordamerika kennt man sie nicht, sollen aber in den Eisenschlacken der Hochöfen von Orange County (New-York) neben den Titanwürfeln pag. 501 sich bilden.

3. Brookit, $\ddot{\text{Ti}}$.

Ist der seltenste unter den dreien. Die Krystalle wurden von Soret bei Bourg d'Oisans in Begleitung von Anatas gefunden, als sie aber

im Grünstein des Snowdon von Nordwallis in Platten von mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser gefunden wurden, gab ihnen Levy (Pogg. Ann. 5. 162) den Namen. 1848 wurden sie im goldhaltigen Sandlager der Atliansfischen Grube bei Miask klein aber vortrefflich krystallisirt gefunden. Hr. v. Kokscharow (Pogg. Ann. 79. 454) hat sie genau bestimmt.

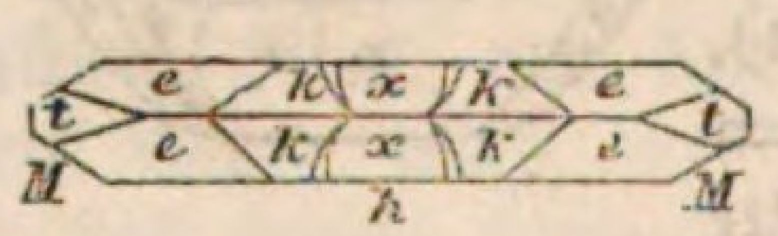
Ausgezeichnet 2gliedrig. M = a : b : ∞c 99° 50′, parallel der Axe c stark gestreift, die Abstumpfungsfläche der



vordern stumpfen Säulenkante h = a : ∞b : ∞c dehnt sich bei den Englischen so übermäßig aus, daß sie dünne Tafeln bilden, die bei Zolllänge gewöhnlich noch nicht die Dicke von $\frac{3}{4}$ Linien erreichen. Ihre Längsstreifung dient zur leichten Orientirung. Am Ende dieser Tafeln glitzen viele kleine schmale Flächen, darunter herrscht e = 2a : b : c, welche auf der Säule M einen scharfen ebenen Winkel neben der Kante M/h macht, ihr vorderer Endkantenwinkel beträgt 101° 3′, ihr seitlicher 135° 37′, daraus folgt

a : b = 0,891 : 1,059.

Das Hauptoktaeder o = a : b : c stumpft die Kante h/e ab, und wird bei den Englischen gar nicht angegeben. Ueber e in der Zone M/e liegt eine weitere Oktaederfläche k = c : $\frac{3}{2}$b : 6a, welche nach Dufrénoy mit der unter ihr folgenden e den sehr stumpfen Winkel k/e = 170° 45′ macht, sie ist parallel ihrer seitlichen Endkante gestreift, und tritt durch diesen stumpfen Knick immer sehr bestimmt hervor. Besonders entwickelt ist bei andern Krystallen die Zone in der vordern stumpfen Endkante e/e, es kommt nicht nur das vordere Paar x = c : 2a : ∞b vor, sondern zwischen x/e die z = a : b : $\frac{1}{2}$c, welche also aus der Zone M/o sich leicht bestimmen läßt. Levy gibt sogar zwischen z/x eine Abstumpfung an. Auch das Paar t = c : $\frac{1}{2}$b : ∞a auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt, und y = a : $\frac{1}{4}$c : ∞b über x gelegen, finden sich bei Englischen und Russischen. Kokscharow führt außerdem noch die Oktaeder r = a : b : 2c, n = a : $\frac{1}{2}$b : c, u = $\frac{2}{3}$a : b : c, m = $\frac{2}{5}$a : $\frac{1}{5}$b : c, u = $\frac{4}{7}$a : $\frac{1}{2}$b : c an. Außer h kommen auch die andern beiden Einzelflächen P = c : ∞a : ∞b und c = b : ∞a : ∞c noch vor, ferner in der Säulenzone l = a : 2b : ∞c, g = a : 8b : ∞c, und das Paar auf der scharfen Säulenkante d = c : $\frac{3}{4}$b : ∞a. Die Uralischen sind stets zu 2 parallel einer Fläche h verwachsen, dieß könnte eine versteckte Hinneigung zum 2 + 1gliedrigen Systeme andeuten.



Fuchsrothe Farbe des Rutils, manche in dieser Beziehung gar nicht unterschieden. Diamantglanz. Härte 5—6, Gew. 4,19.

Vor dem Löthrohr verhält er sich wie die übrigen.

Shepard's Arkansit bei den Hot Springs in Arkansas (Pogg. Ann. 77. 302) hat zwar eine eisenschwarze Farbe, 3,9 Gew., und ein dihexaedrisches Aussehen, indem sich das Oktaeder e = 2a : b : c, nebst einem sonst nicht bekannten Paare i = a : c : ∞b, vor allem ausdehnt. Allein er besteht nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 78. 586) lediglich aus $\dot{Ti}$.

Nach H. Rose (Pogg. Ann. 61. 507) gibt es chemisch zweierlei Titansäuren ($\dot{Ti}$): a) die mit Ammoniak gefällte und schwach getrocknete ist im

Wasser löslich, allein jede Temperaturerhöhung erzeugt b) die unlösliche Modifikation, man bekommt diese auch, wenn man die wässrige Lösung stark kocht, das Wasser treibt dann die $\ddot{T}i$ aus. Titansäure durch Ammoniak gefällt und schwach geglüht bekommt Anatasgewicht 3,89, durch stärkeres Glühen steigt sie durch das Brookitgewicht 4,19 zum Rutilgewicht 4,24, so daß die verschiedenen Wärmegrade den Trimorphismus erzeugen könnten. Daubrée erhielt künstlich Brookit, indem er Wasserdampf über Titanchlorid oder Titanchlorid über Kalk leitete, und Ebelmen Rutilnadeln von 4—5 Linien Länge, indem er 5 Theile Phosphorsalz mit 1 Theil Titansäure der Hitze des Porzellanofens aussetzte (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 1851. 54. 173). Da das Anatasoktaeder sich durchaus nicht recht auf das Rutiloktaeder zurückführen läßt, auch Anatas in seinen übrigen Kennzeichen von Rutil und Brookit sich am meisten entfernt, so mag ein Trimorphismus der Titansäure wohl begründet sein.

Titanate

haben wir außer den Kieselerdehaltigen pag. 300 noch eine ganze Reihe, die wir hier kurz zusammenstellen:

1. Perowskit $\dot{C}a\ddot{T}i$ 58,9 $\ddot{T}i$ und 41,1 $\dot{C}a$ G. Rose Pogg. Ann. 48. 558 im Chloritschiefer von Achmatowsk bei Slatoust am Ural. Blättrige Würfel bis Faustgröße, an welchen untergeordnet zuweilen Oktaeder, Granatoeder und Pyramidenwürfel vorkommen. Descloizeaux (Ann. Chim. Phys. XII. 1845) beschreibt Krystalle mit 7 Flächen in den Kanten, und 10 in den Ecken, zusammen 164 Flächen. Dunkelröthlich braun bis schwarz, Härte 5—6, Gew. 4. Vor dem Löthrohr unschmelzbar. Kleine Würfel, ähnlich verwittertem Schwefelkies, finden sich im körnigen Kalkspath von der Vogtsburg bei Oberbergen am Kaiserstuhl.

2. Polymignyt (μίγνυμι mischen). Berzelius (Pogg. Ann. 3. 205) fand ihn im Zirkonsyenit von Frederiksvärn, bildet in diesem schönen Gestein lange krystallinische Strahlen, die nach G. Rose (Pogg. Ann. 6. 506) 2gliedrig sind: eine geschobene Säule $n = a : b : \infty c$ $109^0\ 46'$, deren scharfe und stumpfe Kante abgestumpft wird, $s = a : \frac{1}{2}b : \infty c$, $t = a : \frac{1}{4}b : \infty c$, das Ende bildet dagegen ein einfaches Oktaeder $P = a : b : c$ mit $136^0\ 28'$ in der vordern und $116^0\ 22'$ in der seitlichen Endkante, $a : b = \sqrt{2,1} : \sqrt{4,25}$. Ein sehr glänzender kleinmuscheliger Bruch, schwärzlich braune Farbe, halbmetallischer Glanz, Härte 6—7, Gew. 4,8. Vor dem Löthrohr unveränderlich, concentrirte Schwefelsäure löst das Pulver. 40,3 $\ddot{T}i$, 14,1 $\ddot{\bar{Z}}r$, 11,5 $\dot{Y}$, 12,2 $\dddot{\bar{F}}e$, 5 $\dot{C}e$, 4,2 $\dot{C}a$, 2,7 $\dddot{\bar{M}}n$. Vergleiche hier Scheerer's Polykras und Euxenit (Pogg. Ann. 72. 566), worin auch die Titansäure aber neben $\dddot{N}b$ und $\dddot{P}e$ überwiegt. Da sie eine dem Columbit ähnliche Form haben sollen, so stellt sie G. Rose dahin.

3. Aeschynit Berz. (Pogg. Ann. 23. 361) von αἰσχύνη Schaam, weil man es chemisch nicht deuten konnte. Wurde in Menge im Eläolithfreien Granit von Miask entdeckt, und für Gadolinit gehalten. 2gliedrig. Die Säule $g = a : b : \infty c$ $127^0\ 19'$ herrscht, $b = b : \infty a : \infty c$ stumpft die scharfe Kante ab, und zwischen b/g liegt öfter eine schmale Fläche $a : \frac{1}{2}b : \infty c$, doch fehlen beide Flächen gewöhnlich. Das Ende der Säule

g schließt $f = c : \frac{1}{2}b : \infty a$ 73° 44′ in Axe c. Zu diesem Oblongoktaeder fg kommt zuweilen noch das Oktaeder $o = a : b : c$ mit 136° 36′ in der vordern Endkante. $a : b = 0{,}74 : 1{,}5$. Bräunlich schwarz, mit gelblich braunem Strich, schwach hyacinthroth an den äußersten Kanten durchscheinend, Fettglanz. Härte 6—7, Gew. 5,1. Vor dem Löthrohr schwillt er zwar auf und wird rostbraun, schmilzt aber nicht. Hartwall gab 56 $\ddot{T}i$, 20 $\bar{\ddot{Z}}r$, 15 $\dot{C}e$. Herrmann gibt dagegen nach mehreren schwankenden Analysen als Endresultat 25,9 $\ddot{T}i$, 33,2 Niobsäure, 22,2 Ceroxyd, 5,1 Ceroxydul, 6,2 Lanthanerde ꝛc., woraus er die Formel

$$2\,(\dot{C}e,\ \dot{L}n,\ \dot{F}e)\,(\ddot{N}b,\ \ddot{T}i) + \dddot{\bar{C}}e\,(\ddot{N}b^3,\ \ddot{T}i^3)$$

zu konstruiren wagt. Er dürfte daher vielleicht besser bei den Tantalaten stehen. G. Rose's **Mengit** (Reise Ural II. 83) ist Brooke's Ilmenit (Pogg. Ann. 23. 360) mit Aeschynit zusammen. 2gliedrig, die rhombischen Säulen bilden 136° 20′. Eisenschwarz, kastanienbrauner Strich, Härte 5—6, Gew. 5,48. Im Wesentlichen $\ddot{T}i$, $\bar{\ddot{Z}}r$, $\dddot{\bar{F}}e$. G. Rose (Kryst. chem. Mineralſ. 44) schreibt ihn $\dddot{\bar{F}}e\,\bar{\ddot{Z}}r$, und isomorph mit Columbit. Brooke's Mengit ist Breithaupt's Monacit pag. 398.

Warwickit Shepard Pogg. Ann. 52. 242 in einem krystallinischen Dolomit von Warwick in New-York. Rhombische Säulen von 93°—94°, deren stumpfe Kante durch einen deutlich blättrigen Bruch abgestumpft wird. Splitter scheinen röthlichbraun durch. Die Analyse gab 64,7 Ti, 7,1 Fe, 27,3 Fl. Berzelius hält das jedoch für ein wenig wahrscheinliches Resultat.

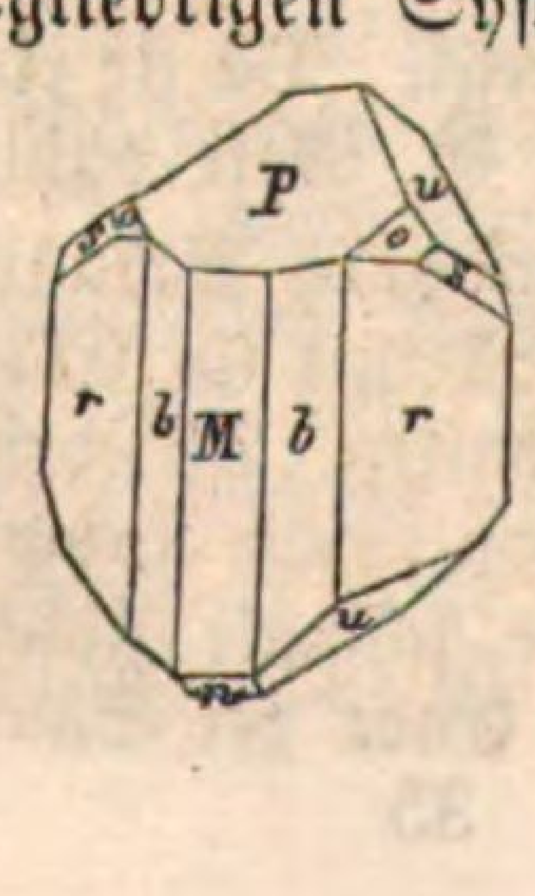
e) Wolframerze.

Für Gewinnung des Wolframmetalls bei weitem das wichtigste Erz. Denn der Tungstein pag. 416, worin 1781 Scheele die Wolframsäure entdeckte, ist nicht nur auf Kosten des Wolframs entstanden, sondern kommt auch in viel geringerer Menge vor.

1. Wolfram.

Ein altes bergmännisches Wort, Henkel Pyritologie 199, von frühern Mineralogen wörtlich Spuma lupi übersetzt. Agricola 260 gibt ihn zwar für einen sehr leichten Stein aus, allein vergleicht ihn doch mit dem Zinnstein, und Albinus nennt ihn Katzenzinn, was auf sein stetiges Vorkommen mit Zinnstein hindeutet. Eine treffliche Monographie danken wir Dr. Schneider (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 49. 321). Schéelin ferruginé, Tungstate of Iron. Schörl Romé de l'Isle Crist. II. 311.

Hält eine merkwürdige Mitte zwischen dem 2 + 1gliedrigen und 2gliedrigen System (G. Rose Pogg. Ann. 64. 171). Die gewöhnlichen

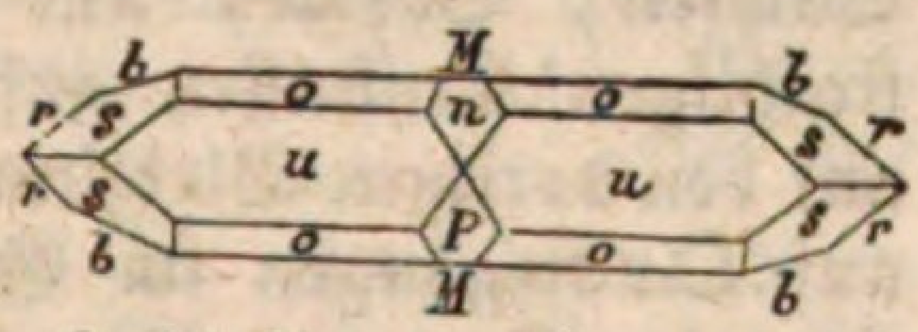


Zinnwalder Krystalle zeigen ausgezeichnet 2 + 1gliedrige Ordnung. Eine geschobene Säule $r = a : b : \infty c$ vorn 101° 5′ herrscht, ihre scharfe Kante wird durch den ausgezeichneten Blätterbruch $T = b : \infty a : \infty c$ gerade abgestumpft, tritt aber selten als Krystallfläche auf. Durch $M = a : \infty b : \infty c$ und $l = a : 2b : \infty c$ wird die Säule gewöhnlich sehr entstellt. Die auf die scharfe Säulenkante gerade aufgesetzte Zuschärfung $u = b : c : \infty a$

macht in c 99° 12′. Haüy nahm beide Winkel r/r = u/u = 98° 12′ an, und da keine ganz scharfe Messungen wegen der Streifung und schaligen Absonderung möglich sind, so würden r r u u ein viergliedriges Oktaeder bilden, dessen scharfe Endecke der blättrige Bruch T gerade abstumpft. Die meist krummschalige Schiefendfläche P = 2a : c : ∞b bekommt gegen die hintere Gegenfläche n = 2a′ : c : ∞b meist entschieden das Uebergewicht. Dem entsprechend treten die beiden augitartigen Paare o = a : b : c und s = a : c : $\frac{1}{2}$b immer nur auf der Vorderseite auf und zwar bildet o am viergliedrigen Oktaeder r r u u das halbe nächste schärfere und s das halbe nächste stumpfere Oktaeder. Nimmt man dazu nun den so häufigen Schwalbenschwanzzwilling, worin die Individuen M (sammt den Säulenflächen) gemein haben und umgekehrt liegen, und zwar so, daß dann o und s in vollzähliger 2gliedriger Ordnung auftreten, so sollte man an einem 2 + 1gliedrigen Systeme mit rechtwinkeligen Axen

a : b = 0,9671 : 1,175

nicht zweifeln. Nun zeigt aber G. Rose, daß bei Ehrenfriedersdorf nicht blos die bei 2 + 1gliedrigen Systemen ungewöhnliche Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b vorkomme, sondern daß bei Schlaggenwalde in Böhmen s und o als vollflächige Oktaeder auftreten. Ebenso vollzählig sind die Krystalle, welche bei Nertschinsk mit Beryll vorkommen. Damit würde dann auch das von Naumann beobachtete Zwillingsgesetz sich besser vertragen, nach welchem die Individuen die auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Fläche $\frac{3}{2}$b : c : ∞a gemein haben, die Axen, folglich auch die Streifen der einspiegelnden M schneiden sich unter 120° 52′, und die f bilden einerseits einspringende Winkel von 139° 56′. Vergleiche auch Columbit. Die Krystalle haben große Neigung zu schaligen Absonderungen, was die Beobachtung der Flächen sehr erschwert.



Pechschwarz mit röthlich braunem Strich, in dünnen Blättchen nicht ganz undurchsichtig, daher nur halbmetallischen Glanz, Härte 5—6, Gew. 7,3.

Vor dem Löthrohr schmilzt er schwer, bedeckt sich undeutlich mit Krystallen und wird magnetisch. Mangan- und Eisenreaktion. Salzsäure zersetzt ihn schwer, es scheidet sich Wolframsäure als gelber Rückstand aus. 1786 wurde von den Gebrüdern de Luyart bereits 65 p. C. gelber Stoff (Wolframsäure) nachgewiesen, nach Berzelius gibt man ihm die allgemeine Formel ($\dot{Fe}$, $\dot{Mn}$) $\dddot{W}$, und zwar bewies Berzelius direkt, daß gelbe Wolframsäure ($\dddot{W}$), und nicht blaues Wolframoxyd ($\ddot{W}$) darin sei. Demungeachtet kam Graf Schaffgotsch (Pogg. Ann 52. 475), gestützt auf viele Analysen, auf die ältere Ansicht von $\ddot{W}$ wieder zurück. Indeß da nach Ebelmen bei der Zersetzung des Wolframs durch Salzsäure sich kein Wasserstoff entwickelt, was bei Vorhandensein von Wolframoxyd der Fall sein müßte, da sich Wolframsäure ausscheidet, so bleibt man bei der Ansicht von Berzelius stehen, wornach etwa 75 p. C. $\dddot{W}$ vorhanden ist. Auch hat Dr. Lehmann direkt nachgewiesen, daß ein Gemisch von Wolframsäure und Eisenvitriol in Schwefelsäure erwärmt augenblicklich in blaues Wolframoxyd umgewandelt werde, was sich dann schnell wieder zu gelber Wolframsäure oxydirt. Doch variirt der Gehalt an Eisen- und Manganoxydul, verbunden mit etwas Kalkerde, außerordentlich bei den verschie-

35 *

denen Fundorten. Die Krystalle von Ehrenfriedersdorf und Monte Video haben das meiste $\dot{F}e$, nämlich

$$4\,\dot{F}e\,\dddot{W} + \dot{M}n\,\dddot{W} \text{ mit } 19{,}2\ \dot{F}e \text{ und } 4{,}9\ \dot{M}n.$$

Der in Sammlungen gewöhnliche von Zinnwalde hat dagegen mehr Mangan als Eisen

$$2\,\dot{F}e\,\dddot{W} + 3\,\dot{M}n\,\dddot{W} \text{ mit } 76\ \dddot{W},\ 9{,}6\ \dot{F}e,\ 13{,}9\ \dot{M}n.$$

Der strahlig blättrige Wolfram im Spatheisenstein von Neudorf scheint dagegen

$$5\,\dot{F}e\,\dddot{W} + \dot{M}n\,\dddot{W},$$

also noch mehr $\dot{F}e$ als die Ehrenfriedersdorfer Krystalle zu haben, während die bräunlichrothen Nadeln aus dem Steinmark der Zinnsteingänge von Schlaggenwalde nach Rammelsberg 23,1 $\dot{M}n$ enthalten, also

$$\dot{F}e\,\dddot{W} + 4\,\dot{M}n\,\dddot{W}$$

die Manganreichsten sein würden.

Wolfram ist der stete und ausgezeichnete Begleiter des Zinnsteins in Sachsen, Böhmen und Cornwallis. Ausnahmsweise findet er sich in strahligen Krystallen auf dem Unterharz bei Neudorf in Anhalt Bernburg auf den dortigen Bleiglanzgängen, zu Adontschelon bei Nertschinsk, Limoges auf Quarzgängen im Granit. Auf Lane's Mine bei Monroe in Connecticut im Quarz mit gediegen Wismuth, auch häufig in Afterkrystallen nach Tungstein.

Wolframocker $\dddot{W}$ kommt als grünlichgelbes Verwitterungsprodukt in einem Quarzgange zu Huntington (Connecticut) vor.

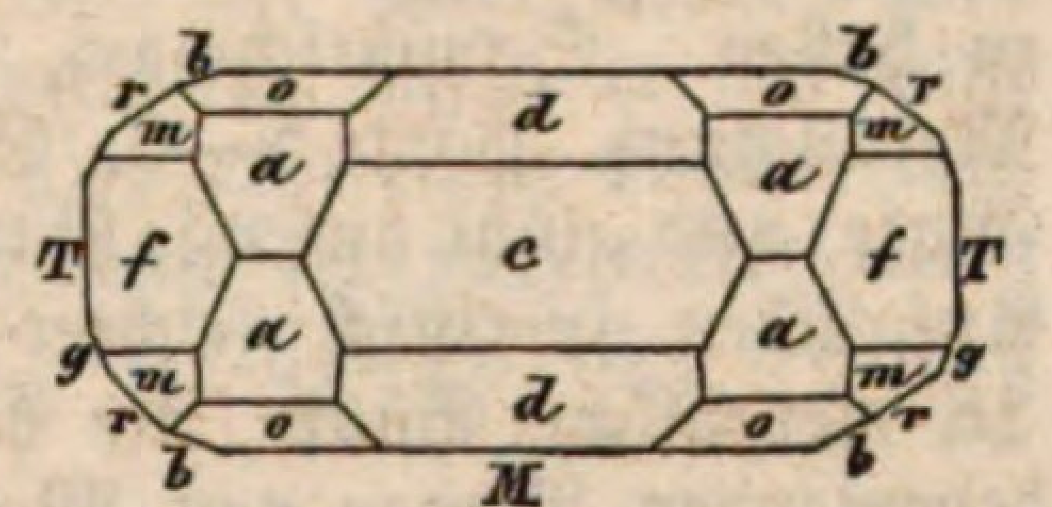
f) Tantalerze.

Sind dem Wolframerze äußerlich sehr ähnlich, nur fehlt der blättrige Bruch. G. Rose (Pogg. Ann. 64. 171) hat sogar zu beweisen gesucht, daß der häufigste unter allen, der Columbit, isomorph mit Wolfram sei, trotz dem Mangel des Blätterbruchs. Sie finden sich seltener, und jeder Fundort zeigt einen etwas andern Gehalt. Hatchett 1801 im Amerikanischen und Eckeberg 1802 im Finnländischen entdeckten darin den neuen Stoff Tantal, nach dem Phrygischen König Tantalus benannt, Vater des Pelops und der Niobe, 1844 H. Rose (Pogg. Ann. 63. 317) in den Bayerischen nochmals ein zweites Niobium Nb, und bald darauf (Pogg. Ann. 69. 115) ein drittes Pelopium Pe. Neuerlich (Pogg. Ann. 90. 471) hat sich nun zwar gezeigt, daß Niobium und Pelopium nur ein Metall sind, immerhin ist aber Pelopsäure eine höhere Oxydationsstufe des Radicals als Niobsäure. H. Rose nennt jetzt die Pelopsäure Niobsäure, während er die Oxydationsstufe der frühern Niobsäure noch nicht sicher zu bestimmen vermag. Pelopsäure ist der Titansäure außerordentlich ähnlich, etwas verschiedener von beiden ist die Niobsäure, ihr Pulver wird durch Glühen stärker gelb, als das der Tantalsäure. Sämmtliche drei stehen in ihren Eigenschaften dem Titan- und Zinnoxyd sehr nahe, welch letzteres sich gar häufig auch zugesellt. Sie finden sich im granitischen Urgebirge, aber nicht häufig.

1. Columbit

nannte Hatchett das schwarze Mineral aus dem Granit von Connecticut (Haddam), worin er sein neues Metall Columbium entdeckte, von welchem Wollaston bewies, daß es mit Eckeberg's Tantal identisch sei. Gehlen wies ihn bald darauf (Schweigger's Journal VI. 256) im Ganggranit von Bodenmais nach, wo er sich so häufig findet, daß diesen Dufrénoy Baiérine nannte. Man pflegt ihn auch unter dem Eckeberg'schen Namen Tantalit zu begreifen, und nennt ihn dann zum Unterschiede Bodenmais-Tantalit.

Ausgezeichnet 2gliedrig, von den Winkeln des Wolframs, aber mit größerm Flächenreichthum, jedoch gute Krystalle seltener. Vorherrschend ist die Fläche M = a : ∞b : ∞c, sich durch Längsstreifen auszeichnend, dazu kommt T = b : ∞a : ∞c. Keine Fläche dieser Oblongsäule M/T zeigt sich sonderlich blättrig, daher hielt man auch anfangs die Bodenmaiser für Pechblende, so



sehr die Streifung von M auch an Wolfram erinnern mag. Am Ende dehnt sich die Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b immer stark aus. Untergeordnet finden sich in der Oblongsäule r = a : b : ∞c mit 100° 40′ im vordern Säulenwinkel, also vom Wolfram nur 25′ abweichend. b = a : 2b : ∞c (134° 58′) und g = 3a : b : ∞c. Am Ende findet sich bei allen ein Oktaeder a = 3a : b : c, Fläche g zu einem Rechteck machend, die von Haddam haben sogar blos dieses Oktaeder zur Endigung. Bei den Bodenmaisern mit sehr vorherrschender Gradendfläche c findet sich dagegen noch das Paar f = c : ½b : ∞a, 59° 20′ in c, und zuweilen das Oktaeder m = 3a : ½b : c. Am ausgezeichnetsten sind jedoch die Krystalle von Middletown (Connecticut), die nicht blos ein Gewicht von 14 ℔ erreichen, sondern auch außer allen genannten glänzenden Flächen noch das Paar d = 3a : c : ∞b, und selbst das Oktaeder o = a : b : c, mit 117° 53′ in den vordern und 102° 58′ in den seitlichen Endkanten haben.

$$a : b = 0{,}9447 : 1{,}139 = \sqrt{0{,}8924} : \sqrt{1{,}2979}$$

$$\lg a = 9{,}97529,\ \lg b = 0{,}05661.$$

Bei Bodenmais finden sich auch Zwillinge, welche f = c : ½b gemein haben, und umgekehrt liegen, die Axenrichtungen c schneiden sich daher unter 59° 20′, was man an den Streifungen der einspiegelnden M annähernd messen kann.

Farbe ist pechschwarz mit schwarzem bis rothbraunem Strich, Fettglanz auf dem kleinmuscheligen Bruche. Härte 6, Gewicht variirt sehr, im Mittel kann man 6 annehmen. Zu schaliger Absonderung geneigt.

Vor dem Löthrohr unveränderlich, auch von Säuren werden sie wenig angegriffen, man schließt sie daher mit $\dot{K}\,\dddot{S}^2$ auf.

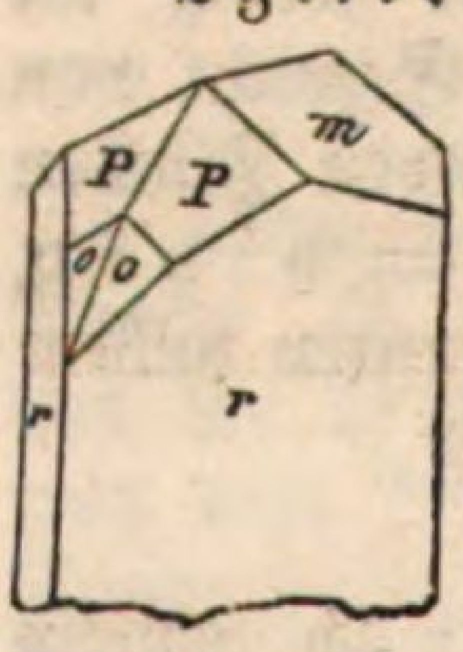
Columbit im Ganggranit von Bodenmais, Gew. 6,29, Strich schwarz, hätte nach Herrmann 78,2 Metallsäure, 14 $\dot{Fe}$, 5,6 $\dot{Mn}$, 0,26 $\ddot{W}$, 0,4 $\ddot{Sn}$. Nach H. Rose enthalten sie keine Tantalsäure, sondern neben Niobsäure viel Pelopsäure, vielleicht zu gleichen Gewichtstheilen. Die Amerikanischen von Connecticut von 5,7 Gew., und dunkel rothbraunem Strich haben dagegen viel weniger Pelopsäure als Niobsäure. Die Uralischen im Granit

von Miask mit Samarskit vorkommenden haben dagegen reine Niobsäure, nur mit Spuren von Pelopsäure (Pogg. Ann. 71. 169). Da Pelopsäure ein höheres Gewicht als Niobsäure hat, so sind die Bodenmaiser schwerer, als die Amerikaner. Haidinger hat daher die Niobsäurehaltigen Niobit genannt. Wäre der Isomorphismus mit Wolfram erwiesen, so müßte man sie ($\dot{F}e$, $\dot{M}n$) ($\ddot{N}b$, $\ddot{P}e$) schreiben. Vergleiche auch den Columbit im Schriftgranit von Tirschenreuth in der Oberpfalz, Leonhard's Jahrb. 1853. 367.

Samarskit H. Rose Pogg. Ann. 71. 157, Uranotantal H. Rose (Pogg. Ann. 48. 555), Yttroilmenit Herrmann, mit Aeschynit im Granit des Ilmengebirges bei Miask. Scheint die Krystallform des Columbit's zu haben. Sammtschwarz, dunkelröthlich brauner Strich, unvollkommener Metallglanz. Härte 5—6, Gew. 5,6. Schmilzt an den Kanten zu schwarzem Glase, und glüht auf wie Gadolinit pag. 305, wird aber umgekehrt nach dem Aufglühen specifisch leichter (Pogg. Ann. 72. 472). Die Analyse gab 56 metallische Säure, die hauptsächlich aus Niobsäure mit einer ziemlich bedeutenden Menge von Wolframsäure bestand, 15,9 $\dot{F}e$, 16,7 Uranoxyd, 11 Yttererde. Herrmann glaubte darin einen neuen Stoff Ilmenium entdeckt zu haben, was jedoch H. Rose (Pogg. Ann. 73. 449) widerlegt.

2. Tantalit.

Der Eckeberg'sche Name für den Finnländischen, wo er im Kirchspiel Kimito und Tammela ꝛc. im Gang-Albit (Oligoklas) der dortigen Granite mit Turmalin und Smaragd vorkommt. Nordenskiöld (Pogg. Ann. 50. 656) beschreibt ihn zwar auch



2gliedrig, aber verschieden von Columbit. Das Oktaeder P = a : b : c hat in der vordern 126° und in der seitlichen Endkante 112° 30′. Daraus folgt a : b = 1,253 : 1,534. Die seitliche Endkante ist durch m = b : c : ∞a abgestumpft. Unter P liegt o = b : c : ½a, seltener zwischen P/o noch v = b : c : ⅔a. In der Säule herrscht r = 9a : 4b : ∞c mit 57° 6′ in der vordern Endkante, freilich ein nicht sehr wahrscheinlicher Ausdruck. s = a : ∞b : ∞c stumpft die vordere und t = b : ∞a : ∞c die seitliche Kante ab. Unter andern kommt auch noch q = c : ⅓b : ∞a und darüber n = c : 6b : ∞a vor. Die Krystalle sind selten einfach, sondern verwickelte Zwillinge. Beim Kimito-Tantalit herrscht die Oblongsäule s/t, also wie beim Columbit.

Die beschriebenen Krystalle stammen von Härkäsaari bei Torro im Kirchspiel Tammela, wo sie mit Rosenquarz und Gigantolith brechen. Gew. 7,26. Die von Kimito, wo bei Skogsböhle die reichste finnländische Fundgrube ist, wiegen 7,93. Eisenschwarz, brauner Strich, bei manchen Abänderungen bis ins Zimmtbraun gehend.

Bei den finnländischen hat H. Rose den Tantalsäuregehalt bestätigt, so daß sie im Wesentlichen ($\dot{F}e$, $\dot{M}n$) $\dddot{T}a$ sein könnten. Ein Tammela-Tantalit enthielt 83,4 $\dddot{T}a$, 13,7 $\dot{F}e$, 1,1 $\dot{M}n$, Spuren von Zinnoxyd. Ein Kimito-Tantalit 83,2 $\dddot{T}a$, 7,2 $\dot{F}e$, 7,4 $\dot{M}n$, 0,6 $\dot{S}n$.

Der Finbo-Tantalit bei Finbo und in dem großen Granitblocke

Broddbo ohnweit Fahlun vorkommende ist unkrystallinisch, Gew. 6,2—6,5. Der chemische Gehalt 67 $\ddot{\text{Ta}}$, 16,7 $\ddot{\text{Sn}}$, 6,9 $\dot{\text{Fe}}$, 7,1 $\dot{\text{Mn}}$, 2,4 $\dot{\text{Ca}}$. Mit ihnen kommt dann ein Tantalsäurehaltiger Zinnstein mit 93,6 $\ddot{\text{Sn}}$ und 2,4 $\ddot{\text{Ta}}$ vor, so daß zwischen Zinnstein und Tantalit ein förmlicher Uebergang Statt findet. Man hat daher auch die Vermuthung aufgestellt, daß Zinnoxyd mit Tantaloxyd isomorph sein dürfte.

Yttro-Tantalit wurde schon 1802 von Eckeberg (Kongl. Vetensk. Akad. Handl. 1802. XXIII. 80) aus dem rothen Granit von Ytterby unfern Warholms-Festung bei Stockholm entdeckt. Derb eingesprengte Massen mit Fettglanz, Apatithärte. Schon Berzelius unterschied Abänderungen von dreierlei Farben: schwarze, braune, gelbe. Alle drei finden sich auf dem gleichen Stück. Der schwarze wiegt 5,39, der gelbe 5,88. Den schwarzen kann man leicht mit Gadolinit verwechseln, allein er hat keine Kieselsäure. Vor dem Löthrohr unschmelzbar, gibt aber einen Glühverlust, und wird specifisch schwerer. H. Rose (Pogg. Ann. 72. 155) weist darin 58,6 Tantalsäure, 21,2 Yttererde, 7,5 $\dot{\text{Ca}}$, 3,9 $\dot{\text{U}}$, 6,3 $\dot{\text{Fe}}$, 0,6 $\ddot{\text{W}}$, 0,4 $\dot{\text{Cu}}$ nach.

Teschemacher's Azorit aus dem Trachyt von den Azoren, kleine grünlichgelbe Quadratoktaeder sollen im Wesentlichen Tantalsaurer Kalk sein.

3. Fergusonit.

Haidinger Pogg. Ann. 5. 166. Ist zu Kikertaursack am Cap Farewell in Grönland im Quarz gefunden. Er gleicht dem Yttro-Tantalit im Aussehen, daher beschreibt ihn Mohs Grundriß II. 688 unter diesem Namen.



4gliedrig, aber mit jener merkwürdigen Hemiedrie des Scheelbleierzes pag. 416. Geht man vom Oktaeder s = a : a : c aus mit 100° 28′ in den Endkanten, wornach

$$a = \sqrt{0{,}444},$$

so haben dazu die quadratische Säule r und das Quadratoktaeder z nicht die verlangte symmetrische Lage. Man muß vielmehr beide als die Hälfte von der vierundvierkantigen Säule r = a : $\frac{1}{3}$a : ∞a und von dem Vierkantner z = c : a : $\frac{1}{3}$a betrachten. Gradendfläche i = c : ∞a : ∞a.

Pechschwarz, blaßbrauner Strich, Härte 5—6, Gewicht 5,84. Vor dem Löthrohr unschmelzbar. Nach Hartwall (Pogg. Ann. 16. 483) 47,7 Tantalsäure, 41,9 Yttererde, 4,7 Ceroxydul, 3 Zirkonerde, 1 Zinnoxyd.

4. Pyrochlor.

Im Zirkonsyenit von Fredriksvärn entdeckt, und da er im Feuer sich gelb brennt, von Wöhler (Pogg. Ann. 7. 417) so benannt.

Reguläre Oktaeder, zuweilen Granatoeder und Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a und a : a : $\frac{1}{3}$a untergeordnet (Miask). Die Oktaeder sehr scharf ausgebildet, und dadurch meist leicht vom begleitenden Polymignyt unterscheidbar. Röthlichbraun durchscheinend. Härte 5, Gew. 4,2.

Vor dem Löthrohr wird er gelb und schmilzt schwer zu einer schwarzbraunen Schlacke. Die Uralischen zeigen ein Aufglühen, und Wöhler

fand darin 13,1 cerhaltige Thorerde, 67,3 titanhaltige Tantalsäure, 11 $\dot{C}a$, 3,9 Na, 3,2 Fluor, woraus er die Formel

$$(\dot{T}h^2, \dot{C}e^2, \dot{C}a^2)\ \ddot{\overline{Ta}} + Na\ \overline{F}l$$

(Pogg. Ann. 48. 83) construirte, die Krystalle erreichen im Ural bis ½ Zoll Größe. Die Säure soll nach H. Rose (Pogg. Ann. 72. 475) hauptsächlich aus Niobsäure gemischt mit etwas Wolfram- und Pelopsäure und einer nicht unbeträchtlichen Menge Titansäure bestehen. Der Norwegische soll dagegen nach Hayes Tantal- und Titansäure, und keine Thorerde enthalten. Der von Brevig hatte 5 Uranoxyd.

Shepard's Microlith von Chesterfield in Massachusets soll Pyrochlor sein. Vergleiche auch die gelben Oktaeder des Pyrrhit (Pogg. Ann. 48. 562) auf Feldspath von Alabaschka. Auf den Azoren fanden sich solche Oktaeder, die aus Niobsaurer Zirkonerde bestehen sollen. Scheerer's gelber

Wöhlerit (Pogg. Ann. 59. 327) aus dem Zirkonsyenit von Brevig enthielt 30,6 $\dddot{S}i$, 15 $\dddot{\bar{Z}}r$, 14,4 Pelopsäure, 26,2 $\dot{C}a$, 7,8 $\dot{N}a$ 2c. Seine Form beschreibt Descloizeaux (Ann. chim. phys. 3 sér. 40. 76) als zweigliedrige Oblongtafeln. Der mitvorkommende braune Eukolit enthält dieselben Bestandtheile, aber 47,8 $\dddot{S}i$, 3 $\dot{C}e$.

g) Uranerze.

Sie sind die einzigen, aus welchen das Uranmetall leicht in größerer Menge zu gewinnen ist. Klaproth (Beiträge II. 197) entdeckte 1789 das neue Metall in der von den Bergleuten längst bekannten Pechblende, die nun den neuen Namen

Uranpecherz

erhielt. Werner nannte sie schlechthin Pecherz, Hausmann Pechuran. Es findet sich meist in derben, aber großen unkrystallinischen Massen, ohne Blätterbruch, daher nannte es Mohs untheilbares Uranerz. In Deutschland sind keine Krystalle bekannt. Dagegen glaubt Scheerer in Norwegen, wo er stets in Begleitung von Niob- und Pelopsaurem Uran-Manganoxydul vorkommt, reguläre Oktaeder mit Würfel deutlich beobachtet zu haben (Pogg. Ann. 72. 571).

Ein halbopalartiger Bruch mit Fettglanz, zuweilen gerundete nierenförmige Oberfläche. Pechschwarz mit bräunlich schwarzem Strich. Härte 5—6, Gew. 6,46.

Vor dem Löthrohr unschmelzbar, in der Orydationsflamme gelbe und in der Reductionsflamme grüne Gläser. In Salpetersäure löst es sich leicht zu einer grünlich gelben Flüssigkeit. Als wesentlichen Gehalt sieht man nach Rammelsberg das Uranoxydoxydul an $\dot{U}\ \ddot{\bar{U}}$, derselbe fand davon in der Pechblende von der Grube Tanne bei Joachimsthal 79,1 p. C. neben 6,2 Blei, 3 Eisen, 1 Arsenik, 2,8 Kalkerde, 5,3 Kieselsäure 2c. Darnach könnte man wähnen, daß sie isomorph mit Magneteisen pag. 514 sei. Karsten (Pogg. Ann. 26. 491) wies Spuren von Selen nach, das er bei der von Schneeberg mit dem Löthrohre noch erkannte, Wöhler (Pogg.

Ann. 54. 600) einen Vanadiumgehalt. Ueber Spuren von Kupfer, Wismuth ꝛc. darf man sich nicht verwundern, da sie namentlich von kleinen Kupferkiestrümmern häufig durchzogen wird. Noch weniger fällt ein Gehalt von Phosphorsäure auf, da sich der Uranglimmer pag. 412 fast ausschließlich auf Kosten dieses unkrystallinischen Erzes gebildet hat. Das krystallisirte Uranpecherz, was sich bei Valle in Sätersdalen zusammen mit Niob-pelopsaurem Uran-Manganoxydul (Pogg. Ann. 72. 569) findet, hatte sogar einen bedeutenden Gehalt jener merkwürdigen Metallsäuren, neben denen Uranoxyd auch im Samarskit eine Rolle spielt, wie es überhaupt in der ganzen Gruppe der Tantalate vorkommt.

Breithaupt unterscheidet Pechblende mit schwarzem, olivengrünem und pommeranzengelbem Strich. Letzteres (Uranisches Gummierz) gleicht der Gummigutt, sieht hyacinthroth aus, und hat nach Karsten die Formel $4\,\ddot{\bar{U}}\,\dot{H}^9 + \dot{C}a^3\,\ddot{\bar{P}}$. Es kommt zu Johann-Georgenstadt vor, und ist wahrscheinlich schon Zersetzungsprodukt.

Vergleiche auch Haidingers Eliasit von Joachimsthal, amorph, dunkel pechfarbig (Pogg. Ann. Ergänzb. IV. 348).

Uranocker, ein wasserhaltiges Uranoxyd, das in Schnüren die Pechblende durchzieht und in schmalen Bändern einhüllt, von gelber Farbe. In den Stücken von Johann-Georgenstadt kann man den Prozeß von Pecherz, durch das Gummierz zum Ocker vollständig verfolgen. Der prachtvoll citronengelbe von Joachimsthal entsteht durch Zersetzung des dortigen Uranvitriol, wie schon die mitvorkommenden kleinen Gypskrystalle beweisen.

Liebigit Smith (Liebig's Ann. Chem. u. Pharm. 66. 254) mit Uranpecherz von Adrianopel, eine grüne Zersetzungssubstanz, die aus $\ddot{\bar{U}}^2\,\ddot{C} + 2\,\dot{C}a\,\ddot{C} + 36\,\dot{H}$ bestehen soll, mit 38 $\ddot{\bar{U}}$, 45,2 $\dot{H}$, 8 $\dot{C}a$, 10,2 $\ddot{C}$. Der

Voracit vom Lake Superior (Silliman Amer. Journ. 2 ser. 7. 434) hat neben 59,3 $\ddot{\bar{U}}$, 14,4 $\dot{C}a$, 7,4 $\ddot{C}$ und bricht auch mit Pechblende, ist aber trotz seines Namens pechschwarz. Es sind dieß ohne Zweifel keine festen chemischen Verbindungen, wie aus der ganzen Art ihres Vorkommens hervorgeht.

Da endlich auch der Uranvitriol pag. 444 sich an das Uranpecherz anschließt, so ist in letzterm das sämmtliche Uranvorkommen repräsentirt.

Das Uranpecherz bricht hauptsächlich im Erzgebirge: Johann-Georgenstadt, Schneeberg, Annaberg. In Böhmen zu Joachimsthal, Przibram, bei Redruth in Cornwall. Es findet sich in Sachsen in so großen derben Stücken, daß man es nicht nur in allen Sammlungen findet, sondern auch in der Porzellanmalerei zum Schwarz und Gelb benutzt.

h) Kupfererze.

Sie gehören zwar zu den edelsten für die Gewinnung des Kupfers, haben aber gegenüber den geschwefelten Kupfererzen eine geringe Bedeutung für den Bergbau. Mineralogisch interessant ist vor allem das

Rothkupfererz.

Kupferroth nach seiner Farbe. Aes sui coloris Rotkupfer Agricola 702. Als stetiger Begleiter des gediegenen Kupfers konnte seine Beschaffenheit den ältern Mineralogen kaum entgehen. Ohne Zweifel ist bei Theophrast 70, wo er von einem Steine redet, der dem Carbunculus ähnlich, aber schwerer sei, unser Rothkupfererz gemeint, da er zwischen andern salinischen Kupfererzen eingesprengt war. Vielleicht auch Caldarius Plinius 34. 20. Cronstedt §. 193 nannte es rothes Kupferglas, daher bei R. de l'Isle III. 331 Cuivre vitreuse rouge, Cuivre oxidulé, Red oxide of Copper.

Reguläres System in ausgezeichneten Formen. Das Oktaeder herrscht vor, und zwar deutlich blättrig, seltener das selbstständige Granatoeder, doch kommen beide von Zollgröße um und um gebildet bei Chessy und auf den Gumeschewskischen Kupfergruben am Ural vor. Noch häufiger finden sich beide Oktaeder und Granatoeder in Verbindung, woran bald das eine, bald das andere sich mehr ausdehnt. Der Würfel ist schon viel ungewöhnlicher, doch kommt am Ural der Würfel selbst vorherrschend vor, mit untergeordnetem Oktaeder und Granatoeder und dem seltenen Pyramidenwürfel a : $\frac{1}{3}$a : ∞a, eine Form, die auffallend an dortige Kupferkrystalle durch ihren ganzen Habitus erinnert. Kleine selbstständige Würfel finden sich auf den Kupfergruben von Cornwallis, und zu Moldawa im Banat. Das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a stumpft die Kanten des Granatoeders ab. G. Rose erwähnt von den Gumeschewskischen Gruben auch eine Abstumpfung zwischen Granatoeder und Oktaeder, einem Pyramidenoktaeder a : a : 3a angehörend. Der Pyramidenwürfel a : $\frac{1}{2}$a : ∞a, das Pyramidengranatoeder a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a, also sämmtliche 7 reguläre Körper sind vertreten. Dagegen kommen Zwillinge nicht vor. Wohl aber gestrickte Formen (G. Rose Reise Ural I. 264) von großer Schönheit und zart wie das haarförmige Rothkupfererz von Rheinbreitenbach: es sollen aber blos dünne Würfel sein, die sich nach der oktaedrischen Axe verlängert haben.

Dunkel Cochenillroth mit blutrothem Strich. Viele Krystalle scheinen stark durch, und zeigen dann Diamantglanz. Verräth sich gewöhnlich durch Malachit. Härte 3—4, Gew. 6.

Kupferoxydul $\dot{C}u$ mit 88,8 Cu und 11,2 Sauerstoff. Kupferhammerschlag besteht vorzugsweise daraus, man hat es auf nassem und trockenem Wege krystallisirt bekommen (Pogg. Ann. 49. 402). Die Löthrohrflamme färbt es deutlich grün, schmilzt und reducirt sich zu Kupfer, was beim Erkalten von Kupferoxyd schwarz anläuft. Kupferoxydul gibt in der innern Flamme farblose Gläser, die erst beim Erkalten schmutzig ziegelroth werden, in der äußern dagegen smaragdgrüne von Kupferoxyd.

Rothkupfererz zeigt sich häufig als Zersetzungsprodukt von gediegenem Kupfer, das beim Zerschlagen nicht selten noch unzersetzt darin steckt. Man sieht dieß nicht blos auf den verschiedensten Gruben, wo gediegen Kupfer vorkommt, sondern auch an alten Geräthschaften, die lange in der Erde begraben waren, wie z. B. die Waffen und Schmucksachen der Celten, die entweder ganz aus Kupfer oder aus Bronze bestehen. In beiden Fällen durchzieht das entstandene Rothkupfererz die Masse. Schon R. de

l'Isle (Crist. III. 333) erkannte in dem Pferdefuße einer antiken Bronzenstatue, welche 1777 bei Lyon ausgegraben wurde, kleine Cubo-Oktaeder von $\dot{\mathrm{Cu}}$. Erst aus ihm entsteht der Aerugo nobilis, ganz in derselben Weise, wie am Ural die Malachite aus dem gediegenen Kupfer durch Verwitterung des Kupferoxyduls entstanden sind (G. Rose Reis. Ural. I. 272). Dadurch sind dann auch die schönen

Afterkrystalle nach Malachit erklärt, welche zu Chessy bei Lyon und auf den Gumeschewskischen Gruben am schönsten vorkommen. Schlechter kennt man sie von der Grube Käusersteimel bei Sayn-Altenkirch auf dem Westerwalde, auch in den untern Keupermergeln bei Heilbronn findet man kleine Oktaeder. Die wohlgebildeten Krystalle liegen im Letten oder anderm Muttergestein, sind an der Oberfläche grün, auch fasrig, bald ganz bis zum Mittelpunkte, bald aber bleibt auch noch ein innerer unzersetzter Kern.

Krystallisirt oder doch blättrig krystallinisch ist das meiste. So gewinnt man es in vielen centnerschweren Blöcken am Ural, in deren innerstem Kern die hohle Druse sich findet. Schon Pallas beschreibt von dort 30 ℔ schwere Krystallstücke: Gumeschewskoi, Nischne-Tagilsk und Bogoslowsk sind die drei Hauptpunkte. Die Kupfergruben von Cornwallis sind längst berühmt, wo es ebenfalls gern mit gediegenem Kupfer bricht. Erst 1812 wurden die schönen Krystalle von Chessy bei Lyon gefunden. Auch das Banat ist reich. Auf dem Schwarzwalde kamen früher schöne Krystalle auf der Leopoldsgrube bei Rippoldsau mit gediegenem Kupfer vor. Am Vesuv zuweilen als Ueberzug schlackiger Auswürfe.

Kupferblüthe als haarförmiges Rothkupfererz bildet prachtvoll karminrothe Fasern, kurz und zart, von Haardicke, für reguläres Krystallsystem allerdings etwas sehr Ungewöhnliches. Auch glaubte Suckow (Pogg. Ann. 34. 528) bei Rheinbreitenbach ein blättriges Rhomboeder von 99° 15′ in den Endkanten nachweisen zu können. Gewöhnlich seien es aber reguläre sechsseitige Säulen mit Gradendfläche, woran das Rhomboeder die abwechselnden Endecken abstumpfen würde. Nun bestehen aber die gestrickten Formen vom Ural aus Würfeln, die sich nach den oktaedrischen Axen ausgedehnt haben. Um die Rheinbreitenbacher Nadeln zu erkennen, darf man sie nur auf Wachs stecken, und mit der Lupe im reflektirten Lichte betrachten, sie spiegeln dann im reflektirten Lichte nur vier und nicht sechs Mal. Da nun auch die schönen Haare im Brauneisenerz von Nischne-Tagilsk (G. Rose Kryst. Chem. Miner. 63) deutlich verlängerte Würfel mit Oktaeder und Granatoeder sind, so hat man wenigstens bis auf weiteres keinen Grund, dieses reine haarförmige Kupferoxydul für anders als regulär krystallisirt zu halten. Moldawa, die Gruben von Cornwallis liefern Beispiele. Das Rheinbreitenbacher soll etwas Selen halten.

Das dichte Rothkupfererz wird gern unrein und geht dann in das

Ziegelerz über. Dasselbe hat seinen Namen von der dunkel ziegelrothen Farbe. Es kommt dicht und erdig vor, die Farbe des letztern ist höher. Chemisch besteht es aus einem Gemisch von $\dddot{\mathrm{Fe}}\,\dot{\mathrm{H}}$ mit $\dot{\mathrm{Cu}}$. Es hat in sofern einiges Interesse, als man häufig mit Entschiedenheit nachweisen kann, daß es lediglich ein Verwitterungsprodukt des Kupferkieses

sei, so zu Nanzenbach bei Dillenburg, auf der Grube Herrenseegen im Schwarzwalde ꝛc. Der Kupferkies = $\overset{\prime}{C}u\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{F}}e$ durchzieht in unzersetzten Fäden noch die Masse, auch durfte ja nur der Schwefel durch Sauerstoff ersetzt werden um sich in $\dot{C}u\,\dddot{\bar{F}}e$ umzuwandeln. Ein Theil des Kupferoxydul wurde zum Malachit verwendet, der sich auf gleichen Erzstufen findet. Kommt das Ziegelerz in Gesellschaft von Rothkupfererz vor, wie auf den Turjinschen Gruben, so scheint das Eisenoxydhydrat zum Rothkupferocher hinzugetreten zu sein. Das

Kupferpecherz oder Pechkupfer entsteht ebenfalls durch Zersetzung des Kupferkieses, hat aber ein ganz Pechartiges Aussehen, Pechglanz und Pechschwarz mit braunem Strich. Härte 4—5. Im Sibirischen von den Turjinschen Kupfergruben ist 12 $\dot{C}u$, 20,6 $\dot{\bar{H}}$, 17,7 $\dddot{Si}$, 49 $\dddot{\bar{F}}e$. Das Kupfer ist also stärker oxydirt. Auch der

Condurrit von der Condurra Grube in Cornwall ist augenfällig ein Zersetzungsprodukt von Kaffeebrauner Farbe, was bei Verwitterung ins Erdige übergeht. Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 71. 305) im Wesentlichen ein durch Arsenik, Schwefel ꝛc. verunreinigtes Kupferoxydul.

Kupferschwärze nannte Werner den schwarzen erdigen Beschlag des Kupferkieses. Man findet sie häufig, zeigt aber neben Kupferoxyd auch Manganoxyd und Wasser. Die von Herrenseegen auf dem Schwarzwalde gibt die ausgezeichnetste Reaktion von Kupferoxyd, sie muß sehr rein sein. Auch das künstliche $\dot{C}u$ ist ein schwarzes Pulver. Uebrigens muß man es nicht mit dem blauen Kupferindig verwechseln. Nach Rammelsberg (Pogg. Ann. 80. 286) kommen in den reichen Kupfergruben am Lake Superior braunschwarze, theils sogar blättrige schwer zersprengbare Massen von 5,9 Gew. vor, die 99,4 p. C. Kupferoxyd enthalten. Interessant ist auch Semmola's

Tenorit auf Lavenauswürflingen des Vesuvs. Es sind starkglänzende äußerst dünne schwarze Blättchen, mit schwarzem Strich, die mit Flüssen smaragdgrüne Gläser geben. Es soll krystallisirtes reines Kupferoxyd sein. Bulletin géol. de Franc. 1842. tom. 13. 206.

i) Zinkerze.

Sie sind äußerst unbedeutend. Das einzige interessante Vorkommen ist das

Rothzinkerz oder besser **Zinkoxyd.** Red oxide of Zink Bruce Silliman Amer. Journ. 1. 96. Die rothe Farbe dankt es blos einem zufälligen Mangangehalt.

6gliedrig mit den Winkeln des Korundes pag. 247. Das natürliche findet sich zwar nur in späthigen Stücken, allein so groß, daß man deutlich eine reguläre sechsseitige Säule von 120° daraus spalten kann, so deutlich sind die 3 Blätterbrüche der Säule, und noch etwas deutlicher ist die Gradendfläche. Bei künstlichen sehr glänzenden Krystallen, welche sich bei verschiedenen Hüttenprozessen bilden, kommt die Säule mit Endfläche sehr schön krystallisirt vor, ihre Endkanten werden durch ein Diheraeder a : a : ∞a : c abgestumpft, und zeigen 127° 40′ in den Endkanten (23′ vom

Korund r abweichend), indeß stumpft das nächste stumpfere Diheraeder 2a : a : 2a : c sämmtliche Endkanten ab, was beim Korund das blättrige Rhomboeder bildet.

Das natürliche Vorkommen ist hoch morgenroth mit oraniengelbem Strich, starker Glanz mit Durchscheinenheit. Härte 4, Gew. 5,5.

Vor dem Löthrohr schmilzt es nicht, gibt aber einen deutlichen Zinkbeschlag. Nach Whitney (Pogg. Ann. 71. 169) enthält es 96,2 $\dot{Z}n$, und 3,7 Manganoxyd, welchem es seine Farbe danken soll. Mit Franklinit pag. 517 bei Franklin und Sparta in New-Yersey, zu Sterling in blättrigen Massen mit Magneteisen. Es kommt daselbst in solchen Mengen vor, daß es zur Darstellung des Zinkes benutzt wird. Der weiße Beschlag auf dem Franklinit soll kohlensaures Zinkoxyd sein. Das reine Zinkoxyd ist an sich weiß, allein die künstlichen Krystalle sind auch gewöhnlich durch etwas Eisenoxydul gelb gefärbt, und erinnern durch ihren Glanz an gelbes Buntbleierz. Am häufigsten sieht man es in zolldicken Krusten als unkrystallinische gelbgrüne Masse, welche sich an den Wänden des Hochofenschachtes ansetzen (Gichtenschwamm), z. B. zu Ludwigsthal, zu Tuttlingen. Denn das Zink findet sich in den verschmolzenen Eisenerzen sehr verbreitet.

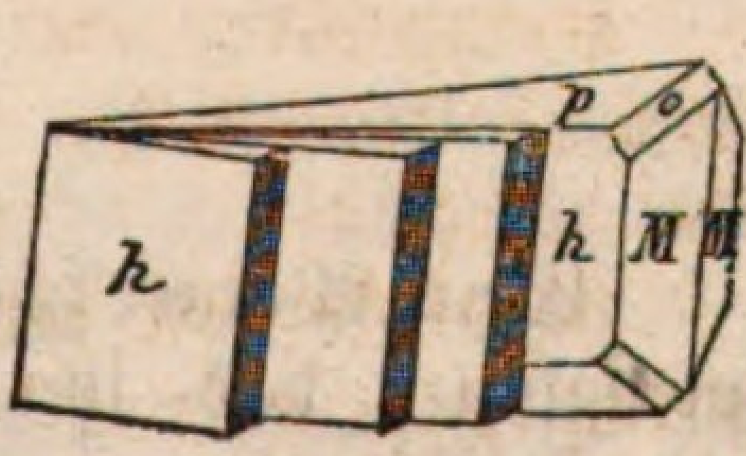
Kadmiumoxyd bildet sich in Schlesien in Rissen schadhafter Destillationsgefäße des Zinkes in glänzend schwarzbraunen Oktaedern des regulären Systems, 8,1 Gew. Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 118.

k) Antimonerze.

Sie finden sich zwar auch nur sparsam, sind aber wegen ihres Isodimorphismus mit den entsprechenden Arsenerzen von Bedeutung.

Weißspießglanz $\ddot{S}b$.

Dieser alte Werner'sche Name ist gegenüber dem Roth- und Grauspießglanz vortrefflich gewählt, daher sollte man den umgekehrten Namen Spießglanzweiß oder Antimonblüthe nicht annehmen. Es wurde schon 1787 auf den Bleierzgruben von Przibram von Rößler in Prag beschrieben, und Klaproth Beiträge III. 183 erkannte das reine Spießglanzoxyd darin. Antimoine oxidé.



2gliedrige Oblongtafeln, woran die Endfläche h sich durch starken Perlmutterglanz auszeichnet, man kann diese daher als den Hauptblätterbruch betrachten, obgleich sie sich in Blätter absondert. Die schmale Seite dieser Tafeln schärft die Säule M = b : ½a : ∞c mit Winkeln von 136° 58′ zu, diese Flächen werden gewöhnlich als die deutlichsten Blätterbrüche betrachtet, aber die Faserung längs der Axe c entstellt sie sehr. Der Hauptblätterbruch h = b : ∞a : ∞c stumpft die scharfe Säulenkante gerade ab. Am langen Ende der Tafel herrscht gewöhnlich eine Endfläche c = c : ∞a : ∞b, doch gibt Mohs auch ein Paar p = c : 2b : ∞a 70° 32′ an. Selten die Oktaederflächen o = a :

b : c, welche Rechtecke bilden, weil sie in der Zone M/p liegen. Die Blätter auf dem Bleiglanz von Przibram mit kleinen rothen Blendekrystallen fächern sich häufig, indem die langen Axen a der Tafeln sich unter verschiedenen Winkeln von einander entfernen. Man muß sich hüten, sie nicht mit dem dortigen Weißbleierz pag. 357 zu verwechseln, dem sie im Demantglanz und weißer Farbe sehr gleichen. Allein sie haben Gypshärte, und nur 5,5 Gew.

Schmilzt schon im bloßen Kerzenlicht unter Bildung von schweren weißen Antimondämpfen, welche die Flamme grünlich färben. In Salzsäure leicht löslich, doch wird die Auflösung mit Wasser verdünnt milchig, weil das Wasser $Sb\,Cl^3$ theilweis wieder zu $\ddot{S}b$ zersetzt, welches mit einem Theil des unzersetzten Antimonchlorids ein unlösliches Salz bildet. Reines Antimonoxyd mit 84,3 Sb und 15,7 Sauerstoff.

Das blättrige Weißspießglanz findet sich zu Przibram, Allemont ꝛc., das excentrisch strahlige dagegen ausgezeichnet zu Malaczka in Ungarn und auf der neuen Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf bei Freiberg. Hier liegt nicht selten auf einem einzigen Handstück das graue ($\overset{'''}{S}b$), weiße und rothe Spießglanz ($2\,\overset{'''}{S}b + \ddot{S}b$) nebeneinander.

Oktaedrisches Antimonoxyd in regulären Oktaedern von 4—5 Linien Durchmesser fand Senarmont (Ann. chim. phys. 3 ser. 31. 504) bei Oued-Hamimim in der Provinz Constantine in einem mergeligen Gestein, worin es wahrscheinlich durch giftige Quellen, wie das 2gliedrige bei Ain-el-Bebbuch abgesetzt ist. Die Oktaeder sind etwas blättrig, ihre stark lichtbrechende Kraft mit lebhaftem fettartigem Diamantglanz macht sie dem Weißbleierz sehr ähnlich, aber sie haben nur reichlich Gypshärte und 5,3 Gew. Vor dem Löthrohr verhält es sich vollkommen wie das 2gliedrige. Es kommt in solcher Menge vor, daß man es bergmännisch gewinnt und wie Bleiweiß zu Farbe benützt.

Schon lange wußte man, daß beim Saigern des Grauspießglanzes von Wolfsberg auf dem Unterharze sich neben dem 2gliedrigen auch oktaedrische Krystalle von $\ddot{S}b$ bilden (Pogg. Ann. 26. 180). Mitscherlich (Pogg. Ann. 49. 409) stellte sogar beide auf nassem Wege dar: löst man $\ddot{S}b$ in wässrigem kochendem Natron, und läßt die Sache beim Ausschluß der Luft erkalten, so erhält man zuweilen meßbare reguläre Oktaeder. Setzt man dagegen zur kochenden Auflösung von $\dot{N}a\,\ddot{C}$ Antimonchlorid ($Sb\,Cl^3$), so scheidet sich $\ddot{S}b$ in 2gliedrigen Säulen aus.

Spießglanzocher.

Eine Werner'sche Species. Bildet strohgelbe Ueberzüge auf Grauspießglanz, das ihn leicht verräth. Zuweilen füllt er, wie zu Kremnitz und Felsöbanya, sogar die Stelle der Krystalle vollkommen aus (Stiblith), und diese unkrystallinische Masse kann sogar Apatithärte erreichen. Das Gewicht variirt von 3,7—5,3. Dem ochrigen Vorkommen scheint neben Antimoniger Säure $\dddot{S}b$ ein Wassergehalt wesentlich. Die dichten haben zwar auch Wasser, allein es scheint nicht immer nothwendig.

Bei Cervantes im Spanischen Galicien sind durch Zersetzung des

Grauspießglanzes hellisabellgelbe blättrige Massen von 3—4 Härte und 4 Gew. entstanden, die aus reiner wasserfreier Antimonigersäure $\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}$ = $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}$ bestehen. Zu Pereta in Toskana fand sie sich sogar in dünnen Krystallnadeln, die Dana Cervantit nennt (Silliman Amer. Journ. 2 ser. 14. 61).

In der Provinz Constantine sollen sogar Verbindungen wie $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}^2\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}^3 + 15\,\dot{H}$ ꝛc. vorkommen. Sonst spielt die Antimonige- und Antimonsäure keine sonderliche Rolle, sie kommt in dem seltenen Romeit pag. 418 noch vor, der aus $\dot{C}a^4\,\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}^3$ bestehen soll. G. Rose nimmt jedoch die Antimonige Säure ($\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}$) als Antimonsäure ($\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}$).

l) Arsenikerze.

Sind in der Natur noch seltener als die Antimonerze, weil sie sich schon im bloßen Wasser wenn auch schwer lösen. Die künstlichen nehmen jedoch durch ihre Parallele mit den genannten die Aufmerksamkeit in Anspruch.

Arsenige Säure $\dddot{A}s$.

Oder Weißarsenik, das unter dem Namen Rattengift wohlbekannte Gift. Man hat es auch Arsenikblüthe genannt, doch verstand Werner darunter besser den Pharmakolith pag. 400, denn die Ausblühungen der Arsenigen Säuren auf Erzgängen sind eine seltene Erscheinung, sie kommt höchstens als mehliger Beschlag oder in feinen Nadeln da vor, wo in alten Grubengebäuden gediegen Arsenik, Arsenikkies oder Speiskobalt verwittert. Doch kannte sie schon Cronstedt Mineral. §. 238 als Calx arsenici nativa pura, Romé de l'Isle Crist. III. 40 erwähnt die octaèdres aluminiformes, die auf den Gifthütten zu Andreasberg und in Sachsen zu bekannt sind. Diese kleinen künstlichen Oktaeder haben blättrige Brüche, und gehören dem regulären System an. Weiß, durchsichtig, mit starkem Glanz, Härte 2—3, Gew. 3,6. Geschmack herbe süßsalzig. In Kolben sublimirt sie sich stets in kleinen Oktaedern. Indeß erwähnt Wöhler (Pogg. Ann. 26. 178) eines Sublimationsproduktes aus einem Kobalt-Röstofen von Schwarzenfels in Kur-Hessen mit Linien großen Krystallen von ausgezeichnetem Perlmutterglanz wie beim Strahlzeolith. Das scheint mit Weißspießglanz zu stimmen.

Demnach dürften $\overset{\cdot\cdot\cdot}{\bar{S}b}$ und $\dddot{A}s$ isodimorph sein, mit dem Unterschiede, daß sich beim Weißspießglanz gewöhnlicher das 2gliedrige, bei der Arsenigen Säure dagegen das reguläre System ausbildet.

Wenn künstliche Arsenige Säure nicht Zeit zum Krystallisiren hat, so bildet sie ein Opalartiges Glas (amorphe, glasige), das nach einiger Zeit porzellanartig undurchsichtig und matt wird, sie steht um, d. h. sie geht aus dem unkrystallinischen Zustande in den krystallinischen über. Löst man solche unkrystallinische in verdünnter siedender Salzsäure, so setzen sich beim langsamen Erkalten Krystalle unter Lichtschein ab (H. Rose Pogg. Ann. 35. 481). Der Lichtschein findet nicht statt, wenn man zur

Lösung krystallinische nimmt. Daher bleiben auch die Krystalle durchsichtig und glänzend.

Anhangsweise erwähnen wir hier noch:

Periklas fand Scacchi im Dolomit an der Somma. Kleine grüne reguläre Oktaeder, mit blättrigem Bruch der Würfelflächen, Härte 6, Gew. 3,7. Nach Damour besteht er aus 93,8 Talkerde und 5,9 $\dot{F}e$. Ebelmen (Compt. rend. 33. 525) stellte künstlich $\dot{M}g$ in Krystallen dar, indem er große Stücke Kalk auf Borsaure Magnesia in der Hitze wirken ließ. Auf gleiche Weise kann man $\dot{N}i$, $\dot{C}o$ und $\dot{M}n$ darstellen. Noch erfolgreicher ist das Verfahren von Daubrée (Comptes rendus XXXIX. 1), wornach man blos Kalk auf Dämpfe von Chlormagnesium wirken lassen darf. Das Experiment, Chlorverbindungen auf Basen wirken zu lassen, lieferte ein so glückliches Resultat, daß Chlorsilicium im Zustande des Dampfes oder bei Rothglühhitze auf Kalkerde, Bittererde, Thonerde, Beryllerde wirkend Kieselerde in diheraedrischen Krystallen gab! Waren die Basen Kali und Thonerde, so entstanden sogar Feldspathkrystalle. Cyanit, Granat, Beryll, Euklas, Korund etc., selbst Turmalin entstanden, wenn die Basen gehörig gemischt wurden. Diese höchst bemerkenswerthe Entdeckung kann nicht ohne die größten Folgen für unsere geologischen Theorien bleiben. Besonders wirksam zeigte sich der Kalk: Chlormagnesium wurde stets durch Kalkerde niedergeschlagen, und wenn diese beiden Basen sich in Gegenwart von Chloriden des Siliciums oder Aluminiums fanden, so trat der Kalk seinen Sauerstoff an die Magnesia ab, und letztere mußte vorzugsweise in die Silicatverbindungen eingehen.

Ocher.

Unter Ochra verstanden schon Griechen und Römer erdige Produkte, besonders den Brauneisenocher pag. 531. Nach Henkel Pyritologia 712 bedeutet es „nach unserer Materialisten Verstande niemals was anders, als eine gegrabene gelbe Erde." Wallerius definirt Ocher allgemein als *terrae metallicae*, in diesem Sinne wird es heute genommen. Es sind erdige Beschläge, Zersetzungsprodukte oxydischer Erze, wovon wir die meisten an der betreffenden Stelle angeführt haben. Man schreibt auch Ocker.

Eisenerze geben braune und rothe Ocher, jenes das Hydrat, dieses die reine Mischung von Eisenoxyd.

Manganerze geben vorzugsweis schwarze Ocher, weil der gewöhnliche höchste Oxydationszustand, Mangansuperoxyd $\ddot{M}n$, schwarz ist. Wenn solche schwarze Ocher kobalthaltig werden, so heißen sie

Schwarzer Erdkobalt. Als Muster galt Werner'n der von Saalfeld. Derselbe kommt in derben Massen vor, hat die Consistenz des trocknen plastischen Thons, bläulich schwarz mit einem glänzenden Strich, der an dichten Graphit erinnert. Rammelsberg wies darin 40 $\dot{M}n$ nebst 9,5 Sauerstoff, 19,4 $\dot{C}o$, 4,3 $\dot{C}u$, 21 $\dot{H}$ nach, und hält ihn deshalb ($\dot{C}o$, $\dot{C}u$) $\ddot{M}n^2 + 4 \dot{H}$. Das Kupfermanganerz von Kamsdorf sieht auch bläulich schwarz aus, bildet öfter kleine traubige Ueberzüge, hält bis 14,6 $\dot{C}u$, und soll $\dot{R} \ddot{M}n^2 + 2 \dot{H}$ sein. Der Schwarzwälder schwarze Erdkobalt auf Silbergängen mit Schwerspath ist ein Verwitterungsprodukt

des dortigen Speiskobaltes, und daher stark arsenikhaltig bei wenig Mangan. Folglich ein ganz anderes Produkt. Werner unterschied auch einen braunen und gelben Erdkobalt, was nur unreine Gemenge sind, namentlich mit wasserhaltigem Arseniksaurem Eisenoxyd. Den rothen Erdkobalt haben wir pag. 399 genannt.

Chromocher von Creuzot bei Autun ist ein durch $\ddot{Cr}$ blaß apfelgrün gefärbtes Thongestein, was als Bindemittel von Quarz dient, es werden an 13 p. C. Chromoxyd darin gefunden. Der Wolchonskoit von Oschansk Gouv. Perm ist ein krautgrüner Thon, der an 34 p. C. $\ddot{Cr}$ enthalten kann. Zwischen den Fingern gerieben wird er wie Bol glänzend, und dient als Farbe. Werner verstand unter Chromocker fälschlich das verwitterte Nadelerz.

Bleiocher, der Oxydationszustand des Bleis, findet sich häufig auf Gängen, wo Bleiglanz in salinische Erze verwandelt worden ist. Am häufigsten der gelbe Bleiocher $\dot{Pb}$, ein blaßgelbes Mehl, was die Drusen von Weißbleierz zu Freiberg, Hausbaden ꝛc. bepudert. Wenn man es mit Gummi in der Hand anmacht, damit es auf der Kohle festliege, so bekommt man sogleich kleine Bleireguli und einen gelben Bleibeschlag. Die künstliche Bleiglätte krystallisirt in rhombischen Tafeln des 2gliedrigen Systems (Pogg. Ann. 49. 403). Krystalle der Art sollen sich auch in Mexicanischen Vulkanen erzeugen. Seltener ist die Mennige $\dot{Pb}^2 \ddot{Pb}$ von hoch morgenrother Farbe. Sie kommt auf alten Halden einer verlassenen Bleigrube zu Bleialf bei Trier vor, kann hier aber Kunstprodukt sein. Schlangenberg, Insel Anglesea, Badenweiler in Baden ꝛc. werden angegeben. Gewöhnlich als Ocher. Bleisuperoxyd $\ddot{Pb}$ (Plattnerit) kommt in kleinen sechsseitigen Tafeln des sechsgliedrigen Systems von 9,4 Gew. und Diamantglanz zu Leadhills in Schottland vor.

Wismuthocher $\ddot{\bar{Bi}}$ mit 89,8 Bi findet sich als gelbgrüner Beschlag auf gediegenem Wismuth, besonders schön zu Johann-Georgenstadt. Manchmal wird die Masse kohlensauer, wie die grüngelben Nadeln im Thoneisenstein von Ullersreuth (Fürstenthum Reuß), die Afterkrystalle von Schwefelwismuth sein sollen pag. 360.

Tellurocher $\ddot{Te}$ soll in kleinen gelblichweißen Halbkugeln zu Facebay mit Tellur vorkommen.

Molybdänocher $\dddot{Mo}$ als schwefelgelbes Pulver mit Schwefel-Molybdän, Linnås in Småland ꝛc.

Wolframocher pag. 548, Uranocker pag. 553, Ziegelerz pag. 555 ꝛc. haben wir schon oben erwähnt.

Fünfte Classe.

Geschwefelte Metalle.

Diese letzte Classe ist in Hinsicht auf Mannigfaltigkeit der Verbindungen den Silikaten an die Seite zu stellen. Sauerstoff fehlt ganz, an seine Stelle tritt vorzugsweise Schwefel, welchen man durch einen über die Symbole gestellten Strich bezeichnet pag. 131. Statt des Schwefels können nun zwar auch Selen, Arsenik, Antimon und Tellur auftreten, allein diese Selenete, Arseniete, Antimoniete und Tellurete sind ungleich seltener als die Sulphurete, daher darf man wohl nach dem Schwefel vorzugsweise den Namen der Klasse bezeichnen.

Was die Sulphobasen ($\overset{\prime}{Fe}$, $\overset{\prime}{Zn}$, $\overset{\prime}{Pb}$, $\overset{\prime}{\bar{Cu}}$, $\overset{\prime}{Ag}$ ꝛc.) und Sulphosäuren ($\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$, $\overset{\prime\prime\prime}{As}$, $\overset{\prime\prime\prime}{\bar{Bi}}$ ꝛc.) betrifft, so richten sie sich genau nach den entsprechenden Sauerstoffverbindungen, jedoch treten schon die einfachen (binären) viel leichter selbstständig auf, als das bei den einfachen Sauerstoffverbindungen der Fall ist. Man könnte darnach versucht sein, sie in zwei Gruppen zu bringen.

1) Einfach binäre Verbindungen, wie $\overset{\prime}{Pb}$, $\overset{\prime}{Zn}$, $\overset{\prime\prime}{Fe}$, Pb Se, Ni As, Ni Sb ꝛc.

2) Doppelt binäre Verbindungen: $\overset{\prime}{\bar{Cu}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\bar{Fe}}$, $\overset{\prime}{Ag}{}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.
Allein beide sind einander so ähnlich, daß die Eintheilung naturhistorisch nicht gerechtfertigt scheint. Es dürfte daher auch hier, wie bei den oxydischen Erzen angemessener sein, sie nach ihrem wichtigsten Metalle zu gruppiren.

Geschwefelte Metalle spielen besonders in den untern Teufen der Erzgänge eine Rolle, wo sie der wichtigste Gegenstand des Bergbaues sind. Die gewöhnlichen findet man auch eingesprengt im Flözgebirge, wo besonders der Bitumengehalt nicht blos zur ihrer Bildung, sondern auch zu ihrer Erhaltung beigetragen hat.

Eisenerze.

Das Eisen vorzüglich mit Schwefel, seltener mit Arsenik verbunden. Sie gehören zu den gemeinsten, aber auch zu den schönsten. Das Eisen darin kann kaum verwerthet werden, wohl aber der Schwefel und das Arsenik.

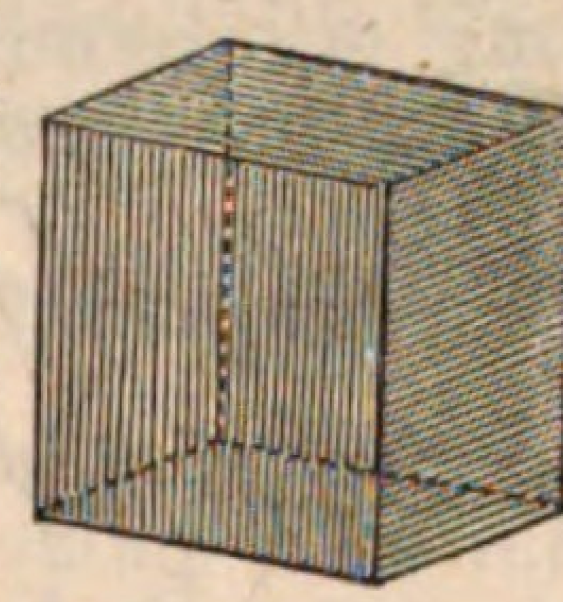
1. Schwefelkies $\ddot{F}e$.

Weil man daraus mit Vortheil Schwefel darstellen kann, daher ist der andere Name Eisenkies nicht so gut. Wird mit unter Pyrites des Plinius 36. 30 begriffen, und weil er starke Funken mit dem Stahle gibt, auch Feuerstein genannt. Schlechthin Kies, weil er unter den Kiesen der gemeinste ist. Das Wort Kisus gebraucht schon Agricola 689. **Fer sulfuré, Marcassites.**

Pyritoedrische Krystallisation pag. 69. Wie Glanzkobalt pag. 576. Das

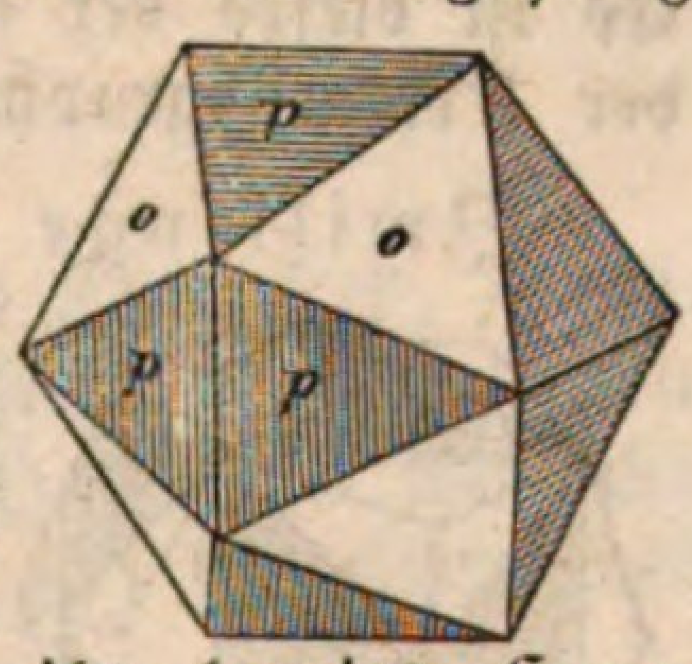
Pyritoeder p = a : $\frac{1}{2}$a : ∞a mit 126° 52′ in den 6 Würfelkanten und 113° 34′ 41′ in den 24 Würfeleckenkanten am gewöhnlichsten. Die Flächen parallel den Würfelkanten gestreift. Der

Würfel a : ∞a : ∞a ebenfalls parallel seinen Kanten gestreift, so daß auf je einen Krystallraum eine Streifenrichtung fällt. Die Streifen correspondiren mit denen am Pyritoeder. Beide Pyritoeder und Würfel treten nicht blos aneinander auf, sondern finden sich auch selbstständig um und um krystallisirt, eingesprengt in Schieferthon und Mergel. Auch das

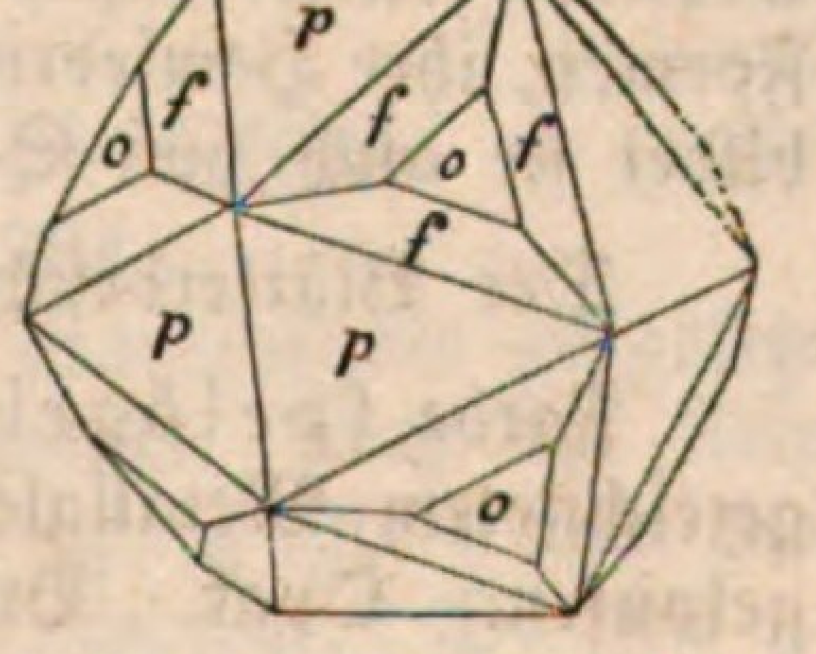


Oktaeder a : a : a fehlt nicht (Gr. Allmerode) mit untergeordnetem Pyritoeder findet es sich in den Alpen, gar häufig stumpft es die Ecken der Würfel ab (Cubooktaeder im Lias gewöhnlich), und wenn es am Pyritoeder mit den Pyritoederflächen ins Gleichgewicht tritt, so entsteht das sogenannte

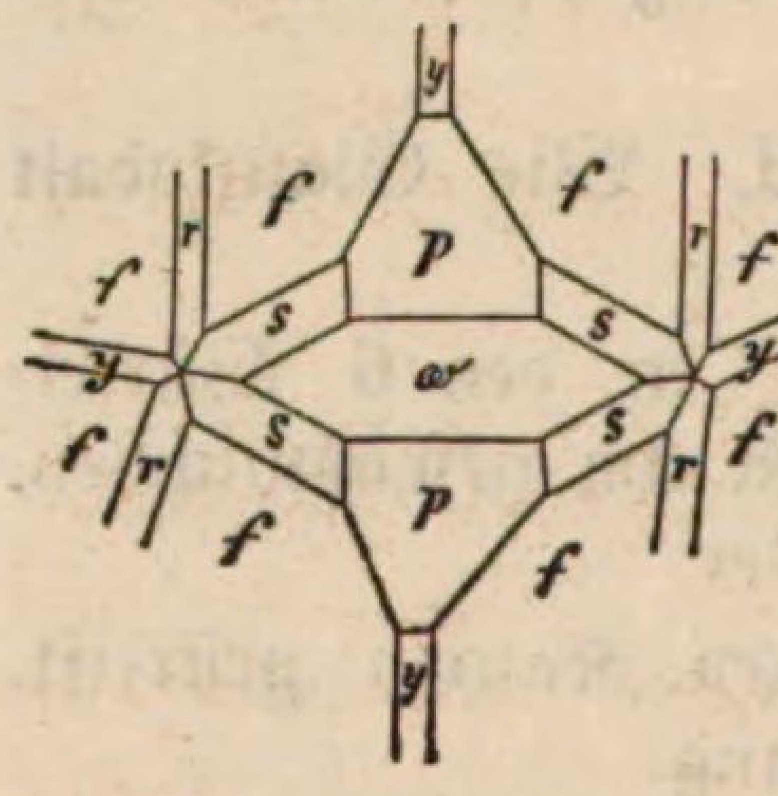
Icosaeder mit 12 + 8 Flächen: die 8 dem Oktaeder angehörig bilden leicht erkennbare gleichseitige Dreiecke, die 12 Pyritoederflächen dagegen gleichschenklige, die parallel ihrer Basis gestreift zu sein pflegen. Das Granatoeder a : a : ∞a stumpft die 2 + 1kantigen Ecken am Pyritoeder ab, und kommt im Banat, Piemont ꝛc. auch wohl selbstständig vor. Im Banate bilden sogar Würfel und Granatoeder 18 Rechtecke, woran auch das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a nicht fehlt. Letzteres gibt bereits Hauy selbstständig aus einem Talkschiefer von Corsica an. In den Piemontesischen Alpen kommen Leucitoidflächen vor, die sich kaum über den Oktaederflächen erheben, aber durch eine ganz bestimmte Streifung angedeutet werden. Wenn das Oktaeder herrscht, so findet man auch zuweilen Andeutungen von Zuschärfungen der Kanten, die einem Pyramidenoktaeder a : a : 2a angehören.

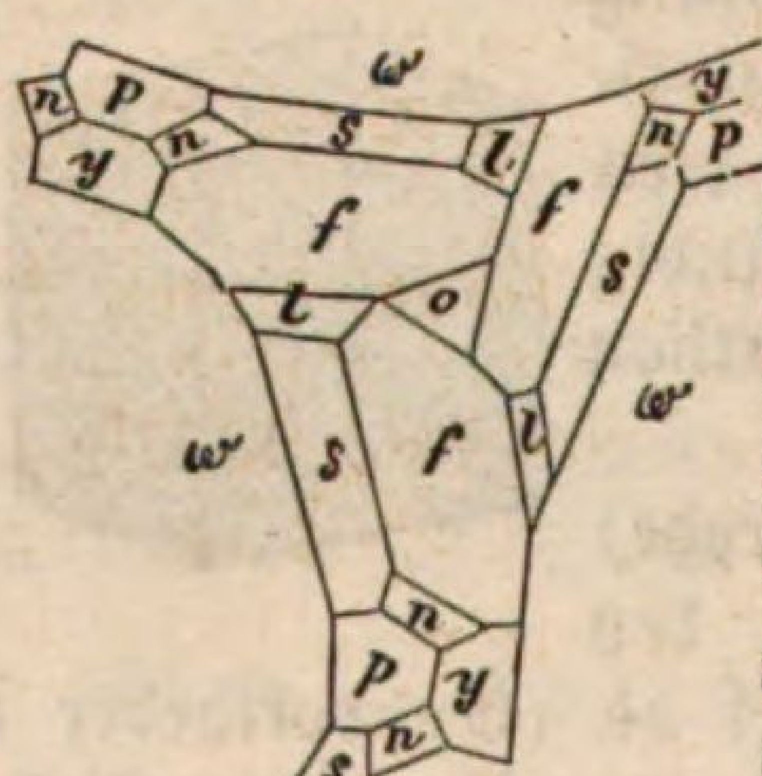


Das gebrochene Pyritoeder f = a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a spielt besonders an den schönen Krystallen von Elba eine Hauptrolle, es stumpft die Kante zwischen Pyritoeder und Oktaeder ab, und da letzteres ein gleichseitiges Dreieck bildet, so findet man sich leicht zurecht. Zuweilen ist es sogar selbstständig (Traversella). Die von Traversella in Piemont zeigen ein gebrochenes Pyri-



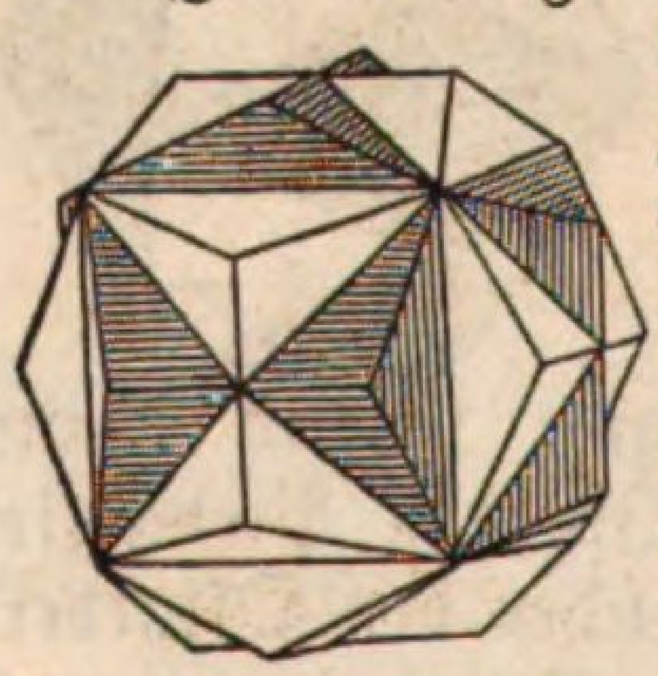
toeder aus der Diagonalzone vom gewöhnlichen Pyritoeder p, und da es zugleich die Kante zwischen Oktaeder und Würfel abstumpft, so ist sein Ausdruck s = a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{4}$a. Unter p liegt noch ein Pyritoeder y = a : $\frac{3}{2}$a : ∞a die Mediankanten und ein gebrochenes Pyritoeder r = $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{5}$a die Würfeleckenkanten abstumpfend. Letzteres fällt zugleich noch in die Diagonalzone des Oktaeders. Sämmtliche Flächenausdrücke folgen aus den Zonen.





Es werden unter den Pyritoedern noch andere sehr unwahrscheinliche Ausdrücke aufgeführt $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{7}$a : ∞a; $\frac{1}{9}$a : $\frac{1}{11}$a : ∞a ꝛc. Der flächenreichste Körper ist jedoch die Var. parallélique von Petorka in Peru (Hauy Traité Minér IV. 57). Es herrscht daran der Würfel w vor. Das kleine gleichseitige Dreieck o gehört dem Oktaeder, und die Kante zwischen Oktaeder und Würfel stumpft das vollflächige Leucitoeder l = 2a : 2a : a ab. Alle andern Flächen sind hemiedrisch: p = a : 2a : ∞a stumpft die gebrochene Oktaederkante des Leucitoeders ab. In seiner Diagonalzone liegt das gebrochene Pyritoeder s = a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{4}$a = a : 2a : 4a. Dann folgt l = a : 2a : 2a, darunter f = a : 2a : $\frac{2}{3}$a = $\frac{1}{2}$a : a : $\frac{1}{3}$a. Zwischen f und w nochmals s = a : 2a : $\frac{1}{2}$a = $\frac{1}{2}$a : a : $\frac{1}{4}$a. Es liegen also p s l f s w der Reihe nach in einer Zone. y = a : $\frac{3}{2}$a : ∞a stumpft die Mediankante f/f ab. Endlich noch die kleine Fläche n = a : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{5}$a, sie liegt in der Zone p/f aber nicht in der Zone s/y, sonst würde sie $\frac{1}{7}$a : $\frac{1}{4}$a haben. Es ist dieses der aus der Deduction so wohl bekannte Körper (Methode der Krystallographie pag. 66).

Zwillinge des Eisernen Kreuzes (Weiß, Magazin Berl. Gesellsch. Naturforschender Freunde VIII. 24) aus dem Keupermergel von Blotho bei Preußisch Minden. Zwei Pyritoeder p = a : $\frac{1}{2}$a : ∞a durchwachsen einander vollständig, so daß die Würfelkanten sich rechtwinklig kreuzen, welche Kreuzung mit dem Preußischen Orden des eisernen Kreuzes Aehnlichkeit hat. Der gemeinsame Kern beider ist dann ein vollständiger Pyramidenwürfel. Das ganze kann man als einen Pyramidenwürfel betrachten, indem bei der Vollkommenheit der Durchwachsung auf jeder Pyramidenwürfelfläche eine 2 + 1flächige Pyramide entsteht. Auch die Elbaer complicirtern Krystalle durchkreuzen sich auf gleiche Weise. Offenbar ein Bestreben der Formen, ihre Hemiedrie wieder auszugleichen. Dana (Mineralogie pag. 424) bildet sie auch von Scohary in New-York ab.



Der Blätterbruch nach Würfel und Oktaeder ist sehr versteckt.

Farbe speisgelb (zwischen metallischem Gelb und Grau), mit ausgezeichnetem Metallglanz, aber häufig durch eingetretene Zersetzung angelaufen. Opak. Bräunlichschwarzer Strich. Nicht magnetisch.

Härte 6, aber dennoch starke Funken gebend, welche von dem ver-

brennenden Schwefel herrühren. Daher bei Erfindung der Schießgewehre als Büchsenstein benutzt. Gewicht 5.

Auf Kohle im Orydationsfeuer brennt er mit blauer Flamme, unter Entwickelung und Geruch von schwefliger Säure ($\ddot{S}$). Im Reductionsfeuer schmilzt er leicht zu einer magnetischen Kugel, es entweicht schweflige Säure und Schwefeldampf, da er die Hälfte seines Schwefels abgibt und zu Magnetkies wird, der bei fortgesetztem Rösten endlich in Eisenoryd übergeht. Im Kolben gibt er Schwefel ab, und große Haufen einmal angezündet brennen fort. Man kann ihn daher zur Gewinnung von Schwefel benutzen. Salzsäure greift ihn nicht an, wohl aber Salpetersäure unter Ausscheidung von Schwefel.

Doppelt Schwefeleisen $\ddot{Fe}$ mit 45,7 Fe und 54,3 S.

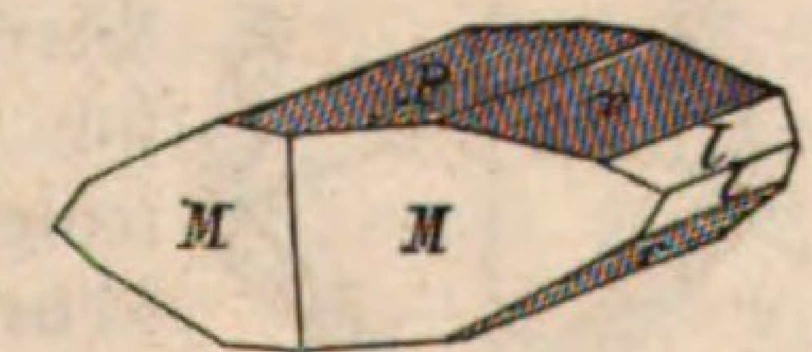
Eine Analyse von Berzelius gab 53,9 Schwefel. Spuren von Selen, Arsenik, Kupfer. Auch Silber und Gold veredeln ihn. Schon Plinius 37. 54 spricht von einem Mineral Amphitane auro similis quadrata figura, das in Indien mit Gold vorkomme, und wohl unser Mineral sein könnte. Die Schwefelkiese von Beresow, Marmato pag. 470 enthalten gediegen Gold eingesprengt.

Zur Pyritoedrischen Formation gehören in der Natur außer dem Schwefelkies der Hauerit $\ddot{Mn}$, Glanzkobalt $Co S^2 + Co As^2$, Nickelglanz $Ni S^2 + Ni As^2$, Nickelantimonglanz $Ni S^2 + Ni Sb^2$. Auch beim künstlichen Salpetersauren Blei pag. 434 kann man das Pyritoeder schön beobachten.

Das doppelte Schwefeleisen $\ddot{Fe}$ ist dimorph, denn es kommt noch ausgezeichnet als

Binarkies

im 2gliedrigen System vor. Werner's Spär- und Kammkies, Hausmann's Wasserkies. Lange mit Schwefelkies verwechselt, bis Hauy die Form Namens fer sulfuré blanc richtig erkannte. Haidinger will ihn unter dem arabischen Worte Marcasit (Henkel Pyritol. 87) begreifen, weil er leichter verwittere als Schwefelkies.



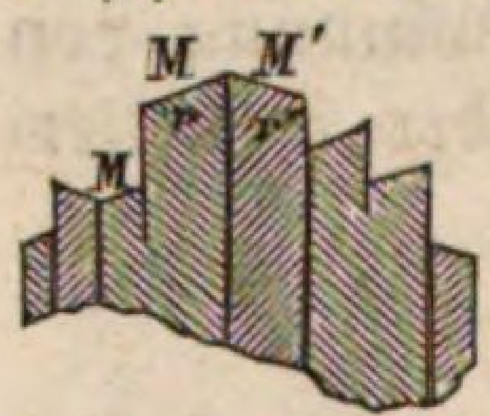
$M = a : b : \infty c$ $106^0\ 2'$ (Phillips). Auf die scharfe Säulenkante das Paar $r = b : \frac{1}{2}c : \infty a$ gerade aufgesetzt, welches parallel der kurzen Säulenaxe a so stark gestreift ist, daß sie sich gewölbt in der Gradendfläche $P = c : \infty a : \infty b$ allmählig verliert. Darunter liegt jedoch eine schärfer meßbare Fläche $l = b : c : \infty a$ in Axe b 100^0 bildend. Daraus folgt

$$a : b = 0{,}6323 : 0{,}839 = \sqrt{0{,}3998} : \sqrt{0{,}7041}.$$
$$lga = 9{,}80093,\ lgb = 9{,}92381.$$

Undeutlicher und seltener ist das auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzte Paar $g = a : c : \infty b$ $115^0\ 30'$ in Axe a bildend. Auch die kleine Oktaederfläche $o = a : b : c$ in der Diagonalzone von g und l sieht man öfter bei denen aus dem Böhmischen Braunkohlengebirge. Da sich im Oblongoktaeder g/l unter $110^0\ 5'$ schneiden (nach Hauy unter $110^0\ 48'$),

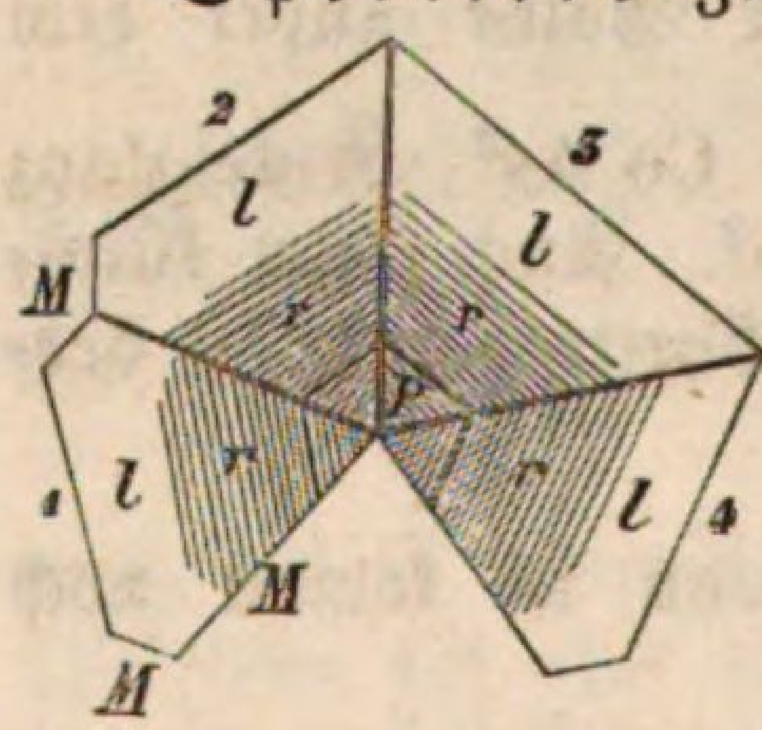
so könnte dieses mit dem regulären Oktaeder vermöge seiner Endkanten verwechselt werden, allein die Seitenkanten lassen keinen Zweifel über. Hauy sah die regulären Oktaeder aus dem Braunkohlenthon von Groß Allmerode in Hessen, weil sie so stark verwittern, fälschlich für Binarkies an. Da diese bestimmt Schwefelkies sind, so wird der Binarkies meist in

Zwillingen angetroffen: die Krystalle haben die Säule M gemein und liegen umgekehrt. Nach der Art der Ausdehnung entsteht aber ein verschiedenes Aussehen. An Werner's

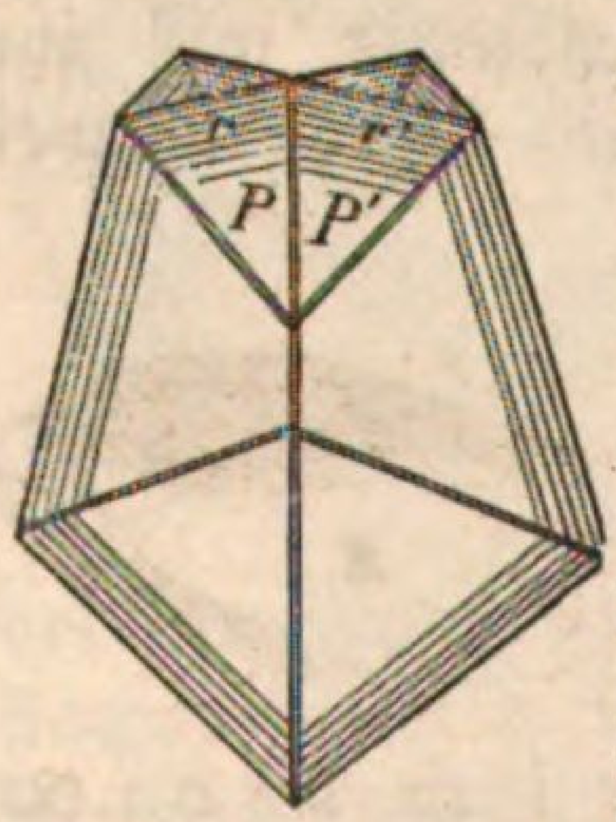


Kammkies, der besonders auf Bleierzgängen zu Claustbal und Zellerfeld auf dem Oberharz, Przibram, Freiberg, Derbyshire 2c. bricht, herrschen die verschmälerten Säulenflächen, und stehen eckig mit ihrem scharfen Winkel hinaus. Da sich nun häufig die Flächen runden und zackig wiederholen, so entstehen nicht selten auffallend Hahnenkammähnliche Tafeln, welche sich in senkrechten Platten erheben. Die Zwillingsgränze der parallel nebeneinander gelagerten Individuen wird besonders durch die Streifung auf P und r parallel der Axe a markirt, doch kann sie auch ganz verwischt werden. Der

Speerkies geht auf Erzgängen aus dem Kammkies hervor, indem



die Säulenflächen durch Ausdehnung der Paare l und r gänzlich verdrängt werden. Es entsteht dann durch $l'r'l^2r^2$ die Speerspitze, welche durch das Auftreten von M zweispitzig wird. Am schönsten kommen dieselben im Böhmischen Braunkohlengebirge (Liebnitz) vor. Hier legen sich meist Vierlinge im Kreise aneinander, so daß drei Speerspitzen entstehen. Solche Vierlinge wiederholen sich in langen Reihen parallel hintereinander. Da $4 . 74^0 = 296^0$ machen, so blieben für ein etwaiges 5tes Individuum nur noch 64^0 Platz, was sich daher nicht vollständig ausbilden kann. Sonderbarer Weise kreuzen sich solche Böhmische Vierlingstafeln abermals zu je zwei, und zwar sollen sie nach



Mohs eine Fläche $g = a : c : \infty b$ gemein haben und umgekehrt liegen. Da sämmtliche Gradendflächen der Vierlinge einspiegeln, so schneiden sie sich unter 115^0 30′, dem Säulenwinkel des Paares g/g. Von den Vierlingsindividuen kann natürlich nur jederseits eines sich in dieser Zwillingsstellung befinden: und zwar diejenigen, deren Kanten l/l sich ebenfalls unter 115^0 30′ schneiden und folglich in eine Ebene fallen, die senkrecht gegen die Zwillingsebene steht (in unserer Figur die obern P und P′). Gerade das Fallen der Kanten in eine solche Ebene liefert den wichtigsten Beweis für die Richtigkeit des Gesetzes.

Hahnenkämme entstehen auch durch Mißbildung der Säulen M/M mit der Gradendfläche P, indem sämmtliche Flächen sich krümmen, die Säulen mit ihren stumpfen Kanten parallel an einander wachsen und die scharfen Winkel zackig herausstellen. Die Streifung auf P parallel der Axe a bildet dann nicht selten bogenförmige Linien.

Farbe zwar auch speisgelb, aber öfter etwas grauer, wie man

an den Böhmischen leicht erkennt, wo der gelbere Schwefelkies unmittelbar darauf liegt. Härte 7, Gew. 4,7—4,88. Folglich ein wenig leichter als Schwefelkies.

Die Analyse von Berzelius gab 53,3 Schwefel, 45 Eisen, 0,7 Mangan, also $\overset{\prime\prime}{Fe}$, Bisulfuret wie beim Schwefelkies, nur meint er, daß ihm etwas Eisensulfuret $\overset{\prime}{Fe}$ beigemischt sein könnte, wodurch sich die leichtere Verwitterbarkeit erklären ließe.

Allein diese vermeintliche leichtere Verwitterbarkeit ist noch gar nicht sicher erwiesen. Der Schwefelkies verwittert unter Umständen mindestens eben so leicht. Die Verwitterung beider ohne Unterschied scheint hauptsächlich dann Statt zu haben, wenn dieselben mit Bitumen gemengt sind, oder wenn ihr feinvertheilter Zustand im Gebirge der Verwitterung mehr Angriffspunkte gibt. So z. B. verwittern die Oktaeder im tertiären Thon von Groß Allmerode oder in der Lettenkohle des weißen Keuper meist an ihrer strahligen unreinen Anwachsstelle, die compacten Oktaeder selbst liegen lange unangegriffen und auf das schönste glänzend zwischen der mit Eisenvitriol überschwängerten Masse. Ja wenn man die Oktaeder sorgfältig auslieft und reinigt, so verwittern sie nicht weiter, und lassen sich wie andere Schwefelkiese aufbewahren. Bei Pöllnitz kommt ein sehr reinaussehender Schwefelkies in Milchquarz eingesprengt vor, welcher eine solche auffallende Neigung zur Verwitterung zeigt, daß man fast das Mitvorkommen des Quarzes als Grund nehmen möchte. Bei der Verwitterung bildet sich stets Eisenvitriol, auf welchem ein gelbes Mehl von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd liegt, das an erdigen Misy pag. 444 erinnert. Man darf dasselbe seinem Aussehen nach nicht mit Schwefel verwechseln. Aus dem Eisenvitriol erzeugt sich Brauneisenstein pag. 527, indem nämlich das Eisenoxydul durch Oxydation in die schwächere Basis $\dddot{\overline{Fe}}$ übergeht, wird die Schwefelsäure leicht von stärkern Basen, namentlich $\dot{Ca}$ angezogen, und $\dddot{\overline{Fe}}\,\dot{\overline{H}}$ muß zurückbleiben. Daher findet man den Verwitterungsprozeß so gern von kleinen Gypskrystallen begleitet. Die verkiesten Petrefakten im Flözgebirge geben dafür den besten Beweis: frisch gegraben sind sie gelb, nach wenigen Tagen an der Luft fangen sie schon an zu rosten. Nach Berzelius soll sich beim Verwittern auch Schwefel ausscheiden können, und G. Rose (Reise Ural I. 214) nimmt bei den bekannten Afterkrystallen im Quarz der Goldgruben von Beresow an, daß 2 Atome Schwefelkies durch 3 Atome Wasser ($Fe^2\,S^4 + \overline{H}^3\,O^3$) in 1 Atom Eisenoxyd $\dddot{\overline{Fe}}$, 3 Schwefelwasserstoff 3 $\overline{H}$ S und 1 Schwefel zerlegt wären. Der Schwefel sitze noch in dem zelligen Quarze, und das Eisenoxyd habe sich mit Wasser zu Hydrat verbunden. Wenn dieser Prozeß überhaupt vorkommen sollte, so ist er wenigstens sehr ungewöhnlich.

Die Benutzung des Schwefelkieses beruht hauptsächlich auf seiner leichten Verwitterbarkeit. Denn da er häufig in thonigen Gesteinen feinvertheilt liegt, so erzeugt er Vitriolschiefer, aus welchem man Eisenvitriol, und Alaunschiefer, aus welchem man Alaun gewinnen kann. Das Uebergangsgebirge (Andraram in Norwegen), die Lettenkohle (Gaildorf in Württemberg), der untere Jura (Whitby), besonders aber das Braunkohlengebirge (Burweiler, Freienwalde) liefern Beweise. Im Steinkohlen-

gebirge wird bei dem Zersetzungsproceß so viel Wärme erzeugt, daß das Kohlenklein in Brand geräth und dem Bergbau Gefahr bringt. Zur Darstellung des Schwefels und der Schwefelsäure wird bis jetzt nur wenig Schwefelkies benutzt. Er gibt beim Destilliren die Hälfte seines Schwefels, also gegen 27 p. C. ab. Der Rückstand kann durch Liegenlassen an der Luft zur Darstellung von Eisenvitriol oder rauchender Schwefelsäure benutzt werden. Im letztern Falle bleibt ein rothes Eisenoxyd, das als Colcothar in den Handel kommt, und als Polirmittel für die Spiegelschleifereien gesucht ist. Auf Elba finden sich Afterkrystalle in solches Eisenoxyd verwandelt.

Bildung und Verbreitung. Das Doppeltschwefeleisen gehört zu den verbreitetsten Schwefelmetallen, denn es findet sich nicht blos auf Erzgängen im Hoch- und Niedergebirge, sondern auch lagerartig und eingesprengt in den verschiedenen Ur- und Flözgebirgen, im letztern besonders, wenn sie einen Bitumengehalt zeigen. Bischoff (Lehrb. Geolog. I. 917) hat daher auseinandergesetzt, daß bei Gegenwart von faulenden organischen Substanzen dem Eisenvitriol der Sauerstoff entzogen und Schwefelkies gebildet werden könne. Der Faulungs- und Verwesungsprozeß wirken so desoxydirend, daß nach Bakewel die Reste von einigen Mäusen, die zufällig in eine Lösung von Eisenvitriol gefallen waren, zum Theil mit kleinen Schwefelkieskrystallen bedeckt wurden. Die blaue Farbe des Mergels an Meeresküsten soll daher von Schwefelkies herrühren. In Sandalluvionen geht das nicht, da hier das Eisen leicht oxydirt. Wo in Schieferthonen und Mergeln hohle Räume besonders gekammerte Cephalopodenschalen sind, da hat sich der Schwefelkies innerhalb der Schalenwände in dicken Krusten abgesetzt, die Schale selbst wird dagegen nur in Ausnahmsfällen angegriffen. Auch zieht sich der krystallinische Kies in mehr als faustdicke Knollen zusammen, so daß der Einfluß des Bitumens nicht in unmittelbarer Nähe des Kieses stattgehabt haben kann. Ueberdies geht Bonsdorf (Pogg. Ann. 40. 133) zuweit, wenn er an der Bildung der bekannten Helgoländer Schwefelkiespetrefakten noch heute das Meer theilnehmen lassen will. Künstlich hat Wöhler (Pogg. Ann. 37. 238) den Schwefelkies in kleinen glänzenden Oktaedern und Würfeln dargestellt, indem er Eisenoxyd, Schwefel und Salmiak recht langsam miteinander glühte. Hauptabänderungen sind etwa

Krystallisirter. Besonders schön auf Elba mit verwittertem Eisenglanz, auf Gängen im Brossothal in Piemont. Würfel ringsum ausgebildet finden sich besonders in den schwarzen Alpinischen Thonschiefern. In der Letten- und Braunkohle bildet sich häufig das einfache Oktaeder in Drusen aus, im Lias namentlich in dessen Amaltheenthonen herrscht das Cubooktaeder.

Strahlkies heißen vorzugsweise die strahligen und faserigen, die nicht selten auf der Oberfläche sich glaskopfartig runden, und einen förmlichen gelben Glaskopf bilden (Memmendorf bei Oederan). Ausgezeichnet im untern Lias der Gegend von Aalen und Ellwangen, im Braunkohlengebirge 2c. Solche strahlige Massen verwittern leicht, und man sah sie früher fälschlich für Binarkies an. Ihre Farbe wird zwar grauer, aber man findet nie eine zweigliedrige, wohl aber reguläre Formen häufig dabei.

Körnig bis dicht. Derselbe geht ganz ins Weißgrau, und hat besonders Neigung zur Kugel- und Knollenbildung. Man findet unzählige im schwarzen und braunen Jura. Im Braunkohlengebirge von Schraplau am Salzsee zwischen Halle und Eisleben kommt man zuweilen auf ganze Lager von der schönsten Citronen- und Pommeranzenform, so daß man sich in der That hüten muß, dieselben für Früchte zu halten. Verkieste Früchte von Sheppy im Londonthon, welche man vor Verwitterung zu schützen unter Wasser aufbewahrt.

Dendritisch bildet er sich zuweilen auf bituminösen Schiefern aus. Leberkies und Zellkies nannte Werner die unreinen Schwefelkiese von den Erzgängen, ersterer dicht, letzterer zellig und sehr unrein, besonders in der Umgegend von Freiberg.

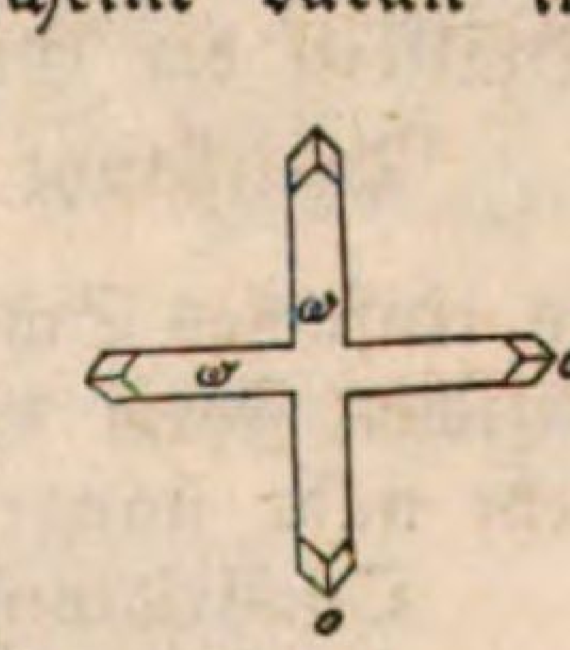
Da Schwefelkies auf Erzgängen ein häufiges Gangmittel ist, so mischt er sich in verschiedenen Verhältnissen mit andern geschwefelten Metallen, z. B. am Rammelsberge bei Goslar, zu Fahlun in Schweden. Im Kupferkiese findet man schwefelkiesreiche Stellen und Schwefelkies auskrystallisirt auf dem Herrenseegen im Schwarzwalde. Breithaupt's

Kyrosit Pogg. Ann. 58. 281, derb von der Grube Briccius bei Annaberg, hat neben 45,6 Fe, 53 S, noch 1,4 Cu und 0,9 As, und doch ist seine Farbe schon übermäßig grau geworden, trotz des starken Glanzes. Der 2gliedrige

Kausimkies auf Kupferkies von Kurprinz bei Freiberg hat sogar schon 4 Arsenik, und ist bereits zinnweiß.

Thomson's Crucit aus einem rothen Thonschiefer von Clomnell in Irland soll nach Dufrénoy (Traité Minéralog. II. 457) zu Eisenoxyd verwitterter Schwefelkies sein: Zwillinge kreuzen sich unter 60^0, was der Name andeutet. Es erinnert die Sache an die merkwürdigen Schwefelkieskrystalle auf Spatheisenstein von Lobenstein, die mir unter dem Breithaupt'schen Namen

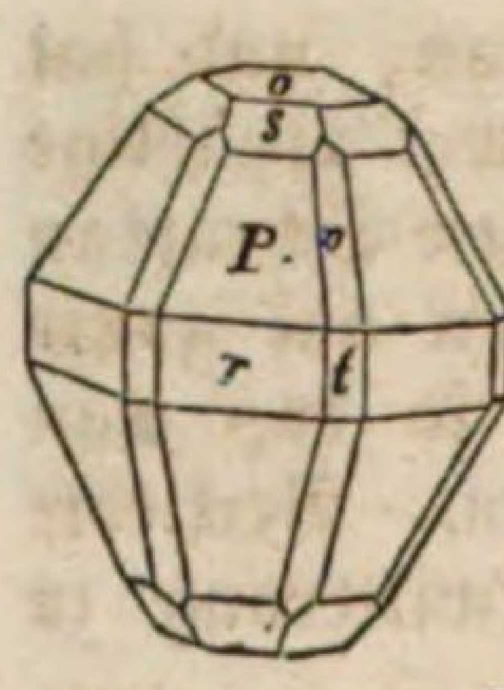
Tombazit zugekommen sind. Der Würfel a erscheint daran in langer quadratischer Säule, schwach an den vier Kanten durch das Granatoeder abgestumpft, darauf ist das Oktaeder o aufgesetzt. Oefter kreuzen sich zwei solcher Krystalle rechtwinklig, da aber daran die quadratischen Säulen einspiegeln, so kann es nur ein Fortwachsen und kein Zwilling sein. Neben den rechtwinkligen kommen auch Winkel von ungefähr 60^0 vor, und öfter hat es wirklich den Anschein, als könnten es Zwillinge sein, und diese würden dann dem Crucit entsprechen. Verzerrungen anderer Art haben Köhler und G. Rose bekannt gemacht, Pogg. Ann. 14. 91.



2. Magnetkies.

Magnetischer Kies, fer sulfuré magnétique.

Sechsgliedrig, aber Krystalle selten. Es herrscht meist blos die blättrige Gradendfläche o = c : ∞a : ∞a : ∞a, welche große Neigung zur schaligen Absonderung zeigt. Dünne sechsseitige Tafeln r = a : a :



$\infty a : \infty c$, woran das Diheraeder $P = a : a : \infty a : c$ die Endkanten fein abstumpft, kommen zu Andreasberg und Kongsberg vor. Die schönsten jedoch fand G. Rose (Pogg. Ann. 4. 181) im Meteorstein von Juvenas pag. 498 mit 126° 49′ in den Endkanten und 127° 6′ in den Seitenkanten P/P, das gibt

$$a = \sqrt{0{,}3303}.$$

Würde $a = \sqrt{0{,}333\ldots}$ sein, so wären am Diheraeder sämmtliche Kanten, also Seiten- und Endkanten, unter einander gleich und 126° 52′. $v = c : 2a : a : 2a$, $s = c : 2a : 2a : \infty a$, $t = 2a : a : 2a : \infty c$.

Farbe zwischen Tombakbraun und Speisgelb, aber meist dunkel angelaufen, wodurch der starke Metallglanz getrübt wird. Härte 4, Gew. 4,6.

Magnetisch, wenn auch nicht sonderlich stark, manche gar nicht, wie der meteorische. Auch das künstliche einfache Schwefeleisen, was man durch Glühen des Eisens mit Schwefel sich so leicht verschafft, ist nicht magnetisch, sofern kein freies Eisen mehr darin ist.

Vor dem Löthrohr kugelt er sich nicht sonderlich schwer, in Salzsäure löst er sich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff und Ausscheidung von Schwefel. Da nun $Cl\,H + F\,S$ sich in $Fe\,Cl + H\,S$ zersetzt, so muß außer einfachem Schwefeleisen noch ein kleiner Ueberschuß von Schwefel da sein. G. Rose (Pogg. Ann. 74. 291) will sämmtlichen Vorkommen die Formel $\overset{\prime}{Fe}{}^5\,\overset{\prime\prime\prime}{Fe} = \overset{\prime}{Fe}{}^6\,\overset{\prime\prime}{Fe}$ zugetheilt wissen, was 59,6 Fe und 40,4 S geben würde. Zwar weicht davon Stromeyer's Analyse von Barrèges mit 43,6 Schwefel, was auf $\overset{\prime}{Fe}\,\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ führen würde, nicht unbedeutend ab, allein da demselben in Salzsäure unlöslicher Schwefelkies beigemischt ist, so mag allerdings der höhere Schwefelgehalt darin seinen Grund haben. H. Rose fand sogar in denen von Bodenmais nur 39 Schwefel, woraus Graf Schafgotsch (Pogg. Ann. 50. 533) die Formel $\overset{\prime}{Fe}{}^9\,\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ ableitete, aber hier mag eine theilweise Zersetzung zu Oxyd auf den schalig abgesonderten Blättern der Grund sein.

Breithaupt sucht aus krystallographischen Gründen zu beweisen, daß es einfaches Schwefeleisen $\overset{\prime}{Fe}$ sein könnte, weil folgende in ihrer diheraedrischen Form dem Magnetkies-Diheraeder mit 126° 49′ in den Endkanten sehr nahe ständen:

Osmiridium Jr Os 127° 36′; Kupfernickel Ni As 127° 32′;
Greenokit Cd S 127° 26′; Haarkies Ni S 127° 10′;
Antimonnickel Ni Sb 126° 56′.

Indeß die Sache beweist vielleicht zu viel, da auch Eisenglanz mit 128° nebst Korund 128° 3′, und Antimon pag. 502 mit seinen Verwandten genannt werden müßte.

Auch der Magnetkies zersetzt sich, wie die Eisenvitriolkrystalle von der Grube Gieshübel pag. 442 beweisen. Findet sich viel sparsamer als der Schwefelkies. Er brach früher besonders schön blättrig auf der Grube Gieshübel am Silberberge bei Bodenmais. Der dichte, gemischt mit Schwefelkies, wird noch heute dort auf Eisenvitriol verwerthet (Wineberger Gegn. Besch. Bay. Waldgb. pag. 98). Bildet Lager im Gneis-

Granit. Fahlun, Barèges, Treseburg, Breitenbrunn ꝛc. Nach Hausmann kommt er im Andreasberger Erzgebirge so häufig eingesprengt vor, daß beim markscheiderischen Gebrauche des Compasses Vorsicht nöthig werde. Der Magnetkies von Klefva in Småland wird auf Nickel verwerthet. Erdmann's Journ. prakt. Chem. 53. 242. Zu Gap Mine in Pennsylvanien enthält er 4,5 Ni. Scheerer (Pogg. Ann. 58. 315) erwähnt sogar einen

Eisennickelkies $2\acute{Fe} + \acute{Ni}$ von Lillehammer im südlichen Norwegen. Ist bronzefarbig wie Magnetkies, hat aber einen 4fach blättrigen Bruch nach dem regulären Oktaeder. Nicht magnetisch. Gew. 4,6. Enthält 22,3 Ni.

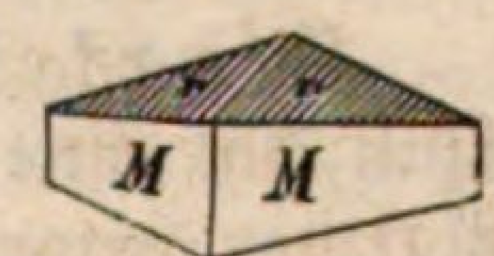
Am Vesuv soll auch ein $\acute{\acute{\acute{Fe}}}$ krustenartige Uebergänge bilden.

3. Arsenikkies, $\ddot{Fe} + \overset{aa}{Fe}$.

Als Mispickel bei Freiberger Bergleuten bekannt, auch Giftkies, weil er seit alter Zeit hauptsächlich zur Darstellung des weißen Arseniks dient. Pyrite blanche arsenicale Romé de l'Isle Cristall. III. 27.

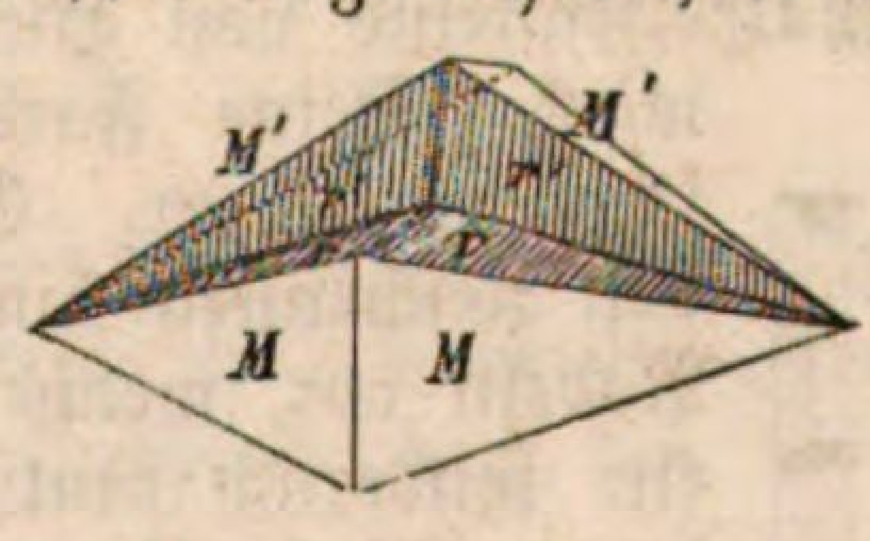
2gliedrig, die Form dem Binarkies verwandt. Die Säule M = a : b : ∞c bildet 111° 53′, und ist versteckt blättrig, an ihrem Ende herrscht gewöhnlich r = c : 4b : ∞a 146° 52′, welche außerordentlich stark parallel der Axe a gestreift ist, daraus folgt

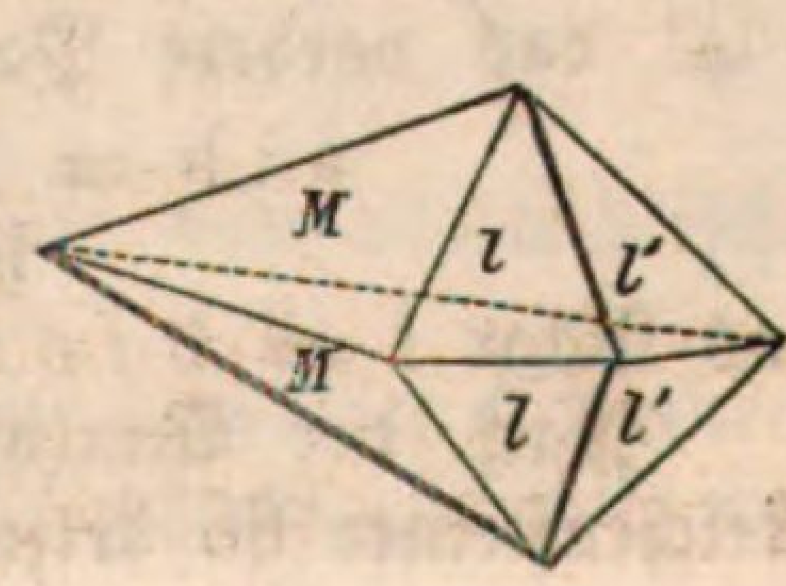
$$a : b = 0{,}568 : 0{,}84 = \sqrt{0{,}3227} : \sqrt{0{,}7064};$$
$$la = 9{,}76442,\ lb = 9{,}92448.$$



Solche zierlichen Oblongoktaeder M/r kommen gar häufig um und um krystallisirt im erdigen Talk bei Freiberg vor, freilich mit großer Neigung zur Zwillingsbildung. Selten stumpft das Paar l = b : c : ∞a 99° 54′ in b bildend die scharfe Ecke MrM ab. In den Oblongoktaedern vom Silberberg bei Fahlun, Tunaberg ꝛc. pflegt sich das Paar l stärker auszudehnen, als M, doch ist ihre scharfe Säulenkante häufig durch r zugeschärft, wornach man sich leicht orientirt. Selten ist das für ihre Zwillingsbildung so wichtige vordere Paar g = a : c : ∞b mit 120° 48′ in Axe a, und 59° 12′ in Axe c. Hauy gibt auch das zugehörige Oktaeder o = a : b : c an.

Zwillinge, wie beim Binarkies, aber das dort ungewöhnlichere ist hier das gewöhnliche: die Zwillingsindividuen haben g = a : c : ∞b gemein, und liegen umgekehrt. Meist durchwachsen sich die Individuen mehr oder weniger vollkommen. Die Axen b fallen also zusammen, die Axen a bilden dagegen einspringende Winkel von 120° 48′. Wenn wie bei schwedischen blos das Oblongoktaeder Ml herrscht, und dasselbe parallel der Fläche g halbirt wird, so bilden beim Aneinanderwachsen die Zwillingshälften mit den Flächen l den dritten Theil eines Diheraederartigen Körpers, da sich Kante l/l mit l′/l′ unter 120° 48′ schneidet. Da nun nicht selten sich auch noch ein drittes Individuum l″ anlagert, und





die Drillinge durchwachsen, so können scheinbar förmliche Diheraeder entstehen.

Das 2te Zwillingsgesetz, M = a : b : ∞c gemein und umgekehrt ist nicht sehr häufig. Es entstehen dadurch Binarkiesartige Formen.

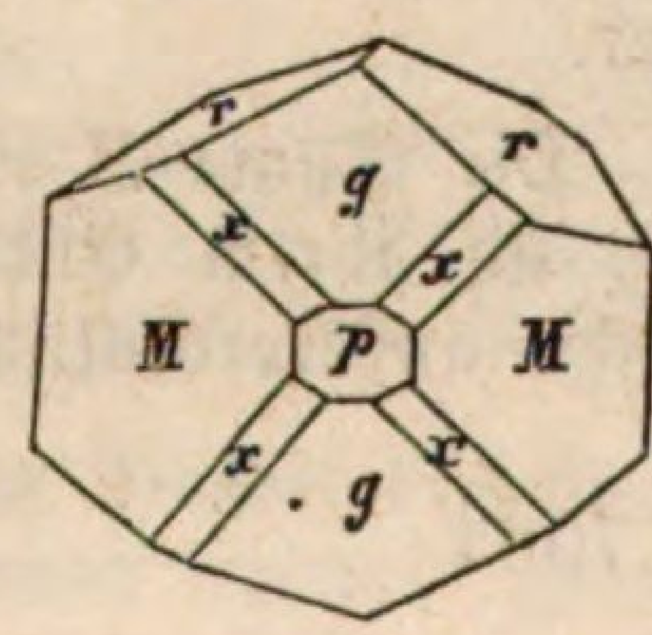
Silberweiß, aber meist grau und gelb angelaufen. Metallglanz, Härte 5—6, spröde, Gew. 6,1.

Vor dem Löthrohr schmilzt er unter Arsenikgeruch zu einer magnetischen Kugel. Im Glaskolben gibt das Pulver anfangs ein rothes Sublimat von Schwefelarsen, dem bald ein schwarzes krystallinisches von Arsenik folgt. Salpetersäure greift ihn stark an, unter Ausscheiden von Schwefel und arseniger Säure.

$$Fe\,S^2 + Fe\,As^2 \text{ mit } 46{,}6\ Ar,\ 19{,}9\ S,\ 33{,}5\ Fe,$$

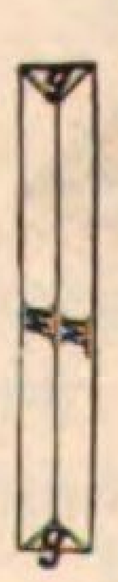
also von der Formation des Schwefelkieses. Da Arsenik gern auf Kobaltgängen vorkommt, so geben die gerösteten Proben häufig blaue Gläser. Am interessantesten darunter ist Scheerer's

Kobaltarsenikkies (Pogg. Ann. 42. 546), der mit Glanzkobalt auf den Gruben von Skutterud in Norwegen bricht. Die Farbe gleicht vollkommen dem Arsenikkiese, das Gew. 6,2 kaum bedeutender. An den Krystallen herrscht die Säule M/M 111° 40′ — 112° 2′, s/s ist gestreift, und g/g 58° 30′ scheint es etwas kleiner, als beim Kobaltfreien zu sein. Auch eine Fläche p = a : ∞b : ∞c und x = b : $\frac{1}{3}$a : $\frac{1}{4}$c kommt vor. Die Analyse gab 9 p. C. Kobalt, welches das Eisen ersetzt, also (Fe, Co) S^2 + (Fe, Co) As^2. Breithaupt's



Glaukodot im Chloritschiefer mit Glanzkobalt von Huasko in Chili hat eine blättrige Gradendfläche, dunkel zinnweiße Farbe, und nach Plattner sogar 24,8 p. C. Kobalt neben 11,9 Fe, also (Fe S^2 + Fe As^2) + 2 (Co S^2 + Co As^2) = 1 Arsenikkies + 2 Glanzkobalt. Auch zu Orawicza und im Siegenschen haben sich solche Mittelverbindungen zwischen Arsenikkies und Glanzkobalt gefunden, wornach es den Anschein gewinnen könnte, als sei die Masse des Glanzkobaltes dimorph.

Arsenikalkies $\overset{aa}{Fe}$ (Arseneisen). Mohs unterschied ihn zuerst als orotomen Arsenikkies vom gewöhnlichen Arsenikkies, mit dem er zusammen vorkommt im Serpentin von Reichenstein in Schlesien, auf Lagern des Spatheisensteins von Hüttenberg in Kärnthen, und Sladming in Steyermark. Seine Farbe ist etwas lichter und glänzender als beim schwefelhaltigen. Gewicht entschieden schwerer 7,3. Im Serpentin von Reichenstein kommen kleine, sehr glänzende ringsum ausgebildete Nadeln vor, welche leicht quer brechen, ohne daß der Gradendfläche ein sonderlich deutlicher Blätterbruch entspräche. Daran macht die lange Säule M = a : b : ∞c einen Winkel von 122° 26′, und das vordere Paar g = a : c : ∞b nur 51° 20′, woraus folgt



$$a : b = 0{,}4805 : 0{,}8747 = \sqrt{0{,}2309} : \sqrt{0{,}7651}$$

$$lga = 9{,}68174,\ lgb = 9{,}94187$$

das Paar l = b : c : ∞a noch nicht beobachtet.

Nach der Analyse von Hoffmann (Pogg. Ann. 25. 489) hat das Reichensteiner 66 Arsenik, 28 Eisen, 2 Schwefel, was ungefähr zu der

Formel von $Fe As^2$ führt. Im senkrecht stehenden Gneise auf dem Sätersberge beim Hofe Fossum im Kirchspiel Modum fand Scheerer (Pogg. Ann. 49. 533) einen Arsenikalkies mit 70,1 As, 1,3 S, 27,4 Fe. Den Schwefelgehalt leitet man von eingemengtem Arsenikkies ab. Die Formel $Fe As^2$ erfordert 73,5 As und 26,5 Fe. Dagegen gaben die Analysen vom Reichensteiner stets weniger, was auf $Fe^2 As^3$ führen könnte. Während die von Schladming mit 8,7 Gew. wie die vom Sätersberge zur Formel $Fe As^2$ führen (G. Rose Kryst. chem. Miner. pag. 53).

Im Kolben gibt der Arsenikalkies kein rothes Sublimat. Die größte Menge der im Handel vorkommenden arsenichten Säure wird aus dem Reichensteiner dargestellt. Derselbe ist auch noch durch seinen geringen Goldgehalt berühmt geworden, welcher seit 1587 eine Zeitlang gewonnen ist (Klaproth Abh. Berl. Akad. Wiss. 1814. 28).

Auf Kobaltgängen scheinen Verbindungen von $(Fe, Co, Ni) As^2$ vorzukommen, wie auch das von Schladming 13,4 Ni, 5,1 Co nach der Analyse von Hoffmann (Pogg. Ann. 25. 491) enthält. Man muß dabei immer nur sorgfältig untersuchen, ob man es nicht mit regulären, sondern mit wirklich 2gliedrigen zu thun habe. So soll auch ein Theil des

Weißnickelkieses $(Ni, Fe) As^2$ von Schneeberg mit 7,1 Gew. zweigliedrig sein, während der leichtere (Chloanthit) von 6,5 Gew. regulär ist. G. Rose (Kryst. Chem. Miner. 53) vermuthet sogar, daß auch unter den fasrigen Abänderungen des Speiskobaltes von Schneeberg ein 2gliedriger $(Co, Fe) As^2$ verborgen sei. Dann wäre die Formation $\dot{R} As^2$ dimorph.

Abgesehen von den feinern Unterschieden ist der Arsenikkies an seiner weißen Farbe leicht erkennbar. Er bricht besonders auf Zinnsteingängen, auf Silbergängen der Umgegend von Freiberg, daselbst nannte Werner die kleinen im Quarz eingesprengten Krystalle von Bräunsdorf Weißerz, dieses enthält auf 1 Ctr. 6 Loth — 1 Pfund Silber, und wird daher von den Bergleuten mit Recht edler Arsenikkies genannt. Häufig zeigen die größern Krystalle Neigung zum Krummen in der Gradendfläche, dabei wird die Säule M langstrahlig. Solche strahligen sind viel grauer und leiden stark durch Verwitterung. Zuletzt erscheinen förmliche Fasern mit Glaskopfstruktur (Andreasberg). Der verunreinigte derbe geht in den Speiskobalt über.

Manganerze.

Das geschwefelte Mangan spielt keine sonderliche Rolle. Lange hat man es sogar nicht einmal gekannt. Bis endlich in neuern Zeiten die Mineralogie eine höchst interessante Bereicherung erhielt durch den

Hauerit $\ddot{M}n$.

Haidinger Pogg. Ann. 70. 148. Isomorph mit dem pyritoedrischen Schwefelkiese pag. 563.

Meist Haufwerke von durcheinandergewachsenen regulären Oktaedern, deren Ecken durch einen sehr deutlichen blättrigen Bruch abgestumpft wer-

den, welchen man mit dem Messer fast so leicht als bei der Blende darstellen kann. Außer diesem dreifach blättrigen Bruch des Würfels kommt zuweilen das Granatoeder, namentlich aber auch das Pyritoeder (a : $\frac{1}{2}$a : ∞a) und das gebrochene Pyritoeder a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a vor.

Die Farbe ist schwärzlich braun, bräunlich rother Strich, Härte 4—5, Gew. 3,46.

Vor dem Löthrohr brennt der Schwefel sogleich ab, wie beim Schwefelkies, allein die Probe ist unschmelzbar, verhält sich aber gut abgeschwefelt mit Flüssen wie Mangan. Im Glaskolben gibt die Probe Schwefel ab, in einer Glasröhre geröstet wird sie außen braun, innen aber grün. Das Grün verschwindet jedoch mit dem stärkern Rösten. Nach der Analyse von Patera 63,6 Schwefel, 43 Mangan, 1,3 Eisen, 1,2 Kieselsäure, woraus ein Maganbisulfuret $\ddot{Mn}$, analog dem Schwefelkies, folgt.

Kommt mit gediegenem Schwefel auf dem Schwefelwerke zu Kalinka bei Végles unweit Altsohl in Ungarn eingesprengt in Gyps vor. Letzterer hat durch das darin vertheilte Schwefelmetall ein graues Aussehen wie Trachyte.

Manganblende $\dot{Mn}$.

Von den Siebenbürgischen Bergleuten schon längst unter dem Namen Schwarzerz bekannt (Klaproth Beitr. III. 35), aber erst Gehlen (Schweigger's Journ. II. 161) erkannte die richtige Zusammensetzung. Wegen seines deutlich blättrigen Bruchs gab ihm Blumenbach den Namen, Leonhard's Manganglanz, Beudant's Alabandine.

Regulär. Hat ebenfalls einen dreifach blättrigen Bruch, entsprechend dem Würfel, wie beim Hauerit, da nun auch die Farbe schwärzlich braun ist, so findet allerdings eine große Aehnlichkeit zwischen beiden Statt, aber der Strich ist grün, und im Kolben gibt es keinen Schwefel ab. Härte 4 und Gew. 4 stehen auch nahe.

Derb krystallinisch eingesprengt mit Manganspath zu Nagyak und Kapnik, auch in Mexiko und Brasilien. Arfvedson's Analyse gab 62,1 Mangan und 37,9 Schwefel bei dem mit Blättererz zu Nagyak brechenden. Einfaches Schwefelmangan $\dot{Mn}$ erfordert aber 63,23 Mn, 36,77 S.

Arsenikmangan Mn As erwähnt Kane (Pogg. Ann. 19. 145) aus Sachsen, es glich dem Mangansuperoxyd und saß auf Bleiglanz.

Kobalterze.

Der Name Kobalt (Cobaltum Agricola 701) oder Kobold soll schon im 14ten Jahrhundert vorkommen, ein Schimpfname für den Berggeist und derartige Erze, die zwar Arsenikrauch entwickeln, aber doch kein nützliches Metall geben. Schon seit dem 16ten Jahrhundert bedient man sich der Kobalterze zur Bereitung der Smalte: obgleich Brandt erst 1733 das Kobaltmetall, wenn auch unrein, darstellte. Wir haben zwar des Kobaltes schon bei der Kobaltblüthe pag. 399, dem Kobaltvitriol pag. 443, Erd-

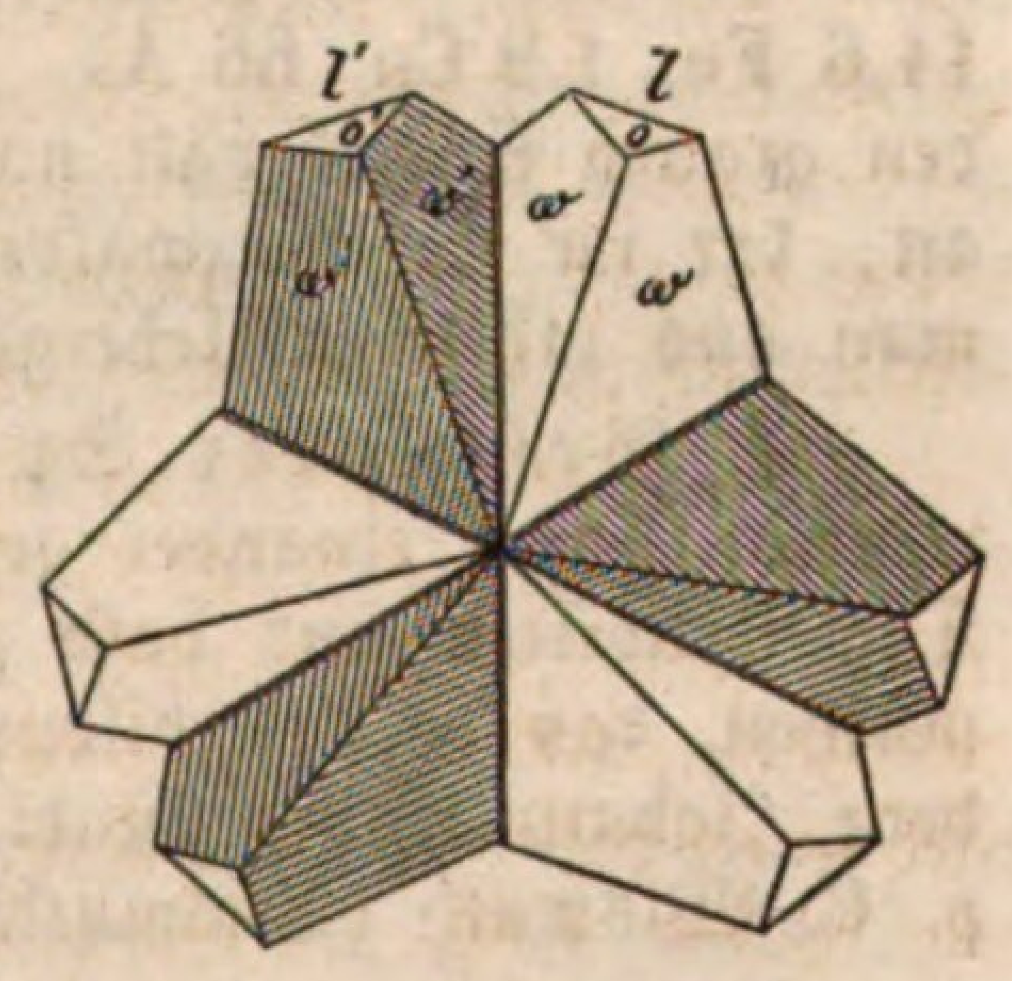
kobalt pag. 560 Erwähnung gethan, allein hier finden sich die Haupterze, aus denen fast alle durch Verwitterung erst geworden zu sein scheinen. Da sie schon in geringer Menge dem Boraxglase eine schön saphirblaue Farbe mittheilen, so sind sie für die Blaufarbenwerke sehr edle Erze. Aber seit das künstliche Ultramarin pag. 298 so billig dargestellt wird, sind die meisten Blaufarbenwerke eingegangen, was namentlich den Schwarzwälder Bergbau sehr drückt.

Speiskobalt $\overset{aa}{Co}$.

Speise ist der hüttenmännische Ausdruck für jene grauweißen Verbindungen von Arsenik mit Kobalt, Nickel und Eisen, die bei verschiedenen Hüttenprocessen fallen. Werner schrieb Speiskobold. Derselbe ist nicht nur durch seine Farbe der Speise ähnlich, sondern gibt auch wegen seines Arsenikgehalts auf Blaufarbenwerken besonders viele Speise.

Reguläres System. Bei Schneeberg in Sachsen, zu Wittichen auf dem Schwarzwalde, Riechelsdorf in Hessen 2c. kommen ausgezeichnete Cubooktaeder vor, die Würfelflächen sind aber gewöhnlich krumm. Oefter gesellt sich noch die Granatoederfläche hinzu, dann entsteht die Hauy'sche Varietät trimorphe. Bei Schneebergern ist auch das Leucitoeder a : a : $\frac{1}{2}$a beobachtet.

Naumann (Pogg. Ann. 31. 537) beschreibt merkwürdige Zwillinge im stänglichen Kobaltkies von der Grube Daniel bei Schneeberg. Die Krystalle mit Würfel, Oktaeder und Leucitoeder haben sich nach einer trigonalen Axe ausgedehnt, längs dieser Axe herrscht die reguläre sechsseitige Säule l. Die Zwillinge haben nun die Axe dieser Säule gemein, durchwachsen sich vollkommen, sind aber im Azimuth statt 60° nur um 38° 11′ 48″ gegen einander verdreht, sie haben nämlich eine Fläche des Pyramidengranatoeders a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a, die auch in der Säulenzone von l sind, mit einander gemein und liegen umgekehrt.



Zinnweiß, aber meist angelaufen, je unreiner desto grauer. Die frischen haben starken Metallglanz, diese nannte man früher Glanzkobalt. Härte 5—6, Gew. 6,5.

Vor dem Löthrohr schmilzt er unter Arsenikgeruch zu einer magnetischen Kugel, die blaue Gläser gibt. In Salpetersäure leicht zersetzbar, mit Ausscheidung von arseniger Säure. Da Schwefel mangelt, so bekommt man mit Chlorbaryum einen höchst schwachen Niederschlag. Die Formel Co As^2 würde 28,2 Co und 71,8 As fordern. Gewöhnlich enthält er aber noch weniger Kobalt, bis 14 p. C., da Eisen und Nickel seine Stelle vertritt. Kobell analysirte kleine kugelig gruppirte Krystalle von Schneeberg, und fand darin 18,5 Fe mit 9,4 Co, also (Fe, Co) As^2, er nannte sie Eisenkobaltkies. G. Rose fand ferner in allen krystallisirten Abänderungen von Schneeberg und Riechelsdorf Nickel, das im sogenannten Stängelkobalt von Schneeberg von 6,5 Gew. sogar auf 12 Ni, 3,3 Co, 6,5 Fe, 0,9 Cu, 75,8 As steigt. Wenn man nun erwägt, daß anderer-

seits Breithaupt's Chloanthit von Schneeberg hauptsächlich Ni As^2 enthält, so scheint zwischen Nickel- und Kobalterzen die Gränze kaum gezogen werden zu können.

Die Verbreitung ist unter allen Kobalterzen bei weitem die größte. Es findet sich hauptsächlich auf Gängen im ältern Gebirge, und ist nicht blos wegen seines Kobalt-, sondern auch wegen seines Nickelgehalts werthvoll. Ein Beschlag von rothem Erdkobalt pag. 399 verräth ihn häufig. Gediegen Arsenik, Wismuth und Silber nebst Arsenikkies sind die gewöhnlichen Begleiter. Varietäten unterscheidet man etwa folgende:

1. Weißer Speiskobalt, meist krystallisirt von stärkstem Glanz und größter Reinheit. Er kommt so rein und derb vor, daß er auf den Salbändern der Gänge öfter zinnweiß glänzende Spiegelflächen (Kobaltspiegel) zeigt. Schneeberg, Wittichen, Joachimsthal. Zu Riechelsdorf auf Gängen im Zechstein. Die ältern Mineralogen und selbst Werner anfangs nannten ihn Glanzkobalt. Den stänglichen von der Grube Daniel bei Schneeberg beschrieb Werner als strahligen weißen Speiskobold.

2. Grauer Speiskobalt. Darunter verstand Werner mehr die unkrystallinischen bis dichten Massen, deren Farbe ins Stahlgraue geht. Ein Eisengehalt scheint an dieser Farbenänderung die Ursache zu bilden, man pflegt sie daher auch meist zum Eisenkobaltkies zu stellen. Nach einer Analyse von Jäckel enthalten sie gar kein Nickel, sondern 21,2 Co, 11,6 Fe, 1,9 Cu, 66 As. Der Kupfergehalt und die Nickelarmuth schließt den grauen Speiskobalt unmittelbar an den schwarzen Erdkobalt pag. 560 an, der im Schwarzwalde nur ein Zersetzungsprodukt desselben ist, wie man aus zahllosen Uebergängen sieht.

3. Gestrickter Speiskobalt findet sich dendritisch unter rechtwinklig gegen einander gerichteten Strahlen, wie das gediegene Silber. Die Dendriten sind bald grau, bald glänzend. Oefter möchte man vermuthen, daß es Afterbildungen von gediegenem Silber seien. Schwarzenberg, Johann-Georgenstadt. Der Schneeberger enthält nach Karsten 3,9 p. C. Wismuth (Wismuthkobaltkies), derselbe ist sehr fein gestrickt.

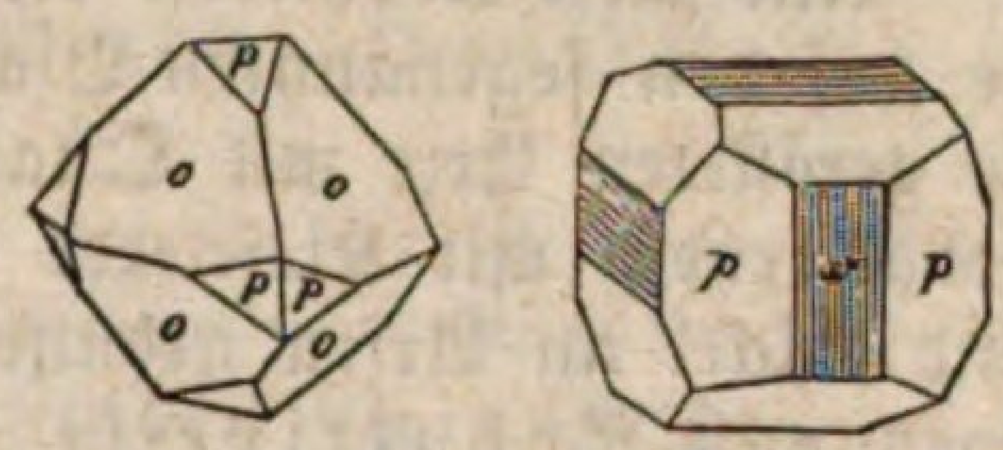
Arsenikkobaltkies Scheerer (Pogg. Ann. 42. 553), Breithaupt's Tesseralkies, Co As^3 mit 77,8 As, 20 Co, 0,7 S, 1,5 Fe von zinnweißer Farbe, 6,78 Gew., findet sich in regulären Krystallen mit Würfel, Oktaeder, Granatoeder und Leucitoeder eingesprengt im Gneise von Skutterud in Norwegen, zusammen mit Glanzkobalt, sogar damit verwachsen.

Glanzkobalt, $\ddot{C}o + \overset{aa}{C}o$.

Kommt schon bei Cronstedt §. 249 unter diesem Namen vor. Er wurde lange mit dem weißen Speiskobalt verwechselt, bis sich endlich Werner veranlaßt fand, den Namen ausschließlich für diesen umzutauschen. Mohs nannte ihn Kobaltglanz, Hauy Cobalt gris. Noch Klaproth Beiträge II. 302 übersah den Schwefel, erst Stromeyer erkannte 1817 die richtige Zusammensetzung.

Pyritoedrisch wie Schwefelkies, und zwar das nächst wichtige Beispiel für diese interessante Hemiedrie. Der Würfel (bei Tunaberg

zuweilen $1\frac{1}{2}$ Zoll groß) ist ziemlich deutlich blättrig, und hat ebenfalls die dreifache Streifung auf seinen Flächen. Dieselbe deutet die Lage des Pyritoeder p = a : $\frac{1}{2}$a : ∞a an. Sehr schön glattflächig ist das Oktaeder o, es fehlt fast niemals, und wenn es mit dem Pyritoeder ins Gleichgewicht tritt, so bilden sich sogenannte Icosaeder. Gewöhnlich aber herrscht das Oktaeder vor, dessen Ecken das Pyritoeder zweiflächig zuschärft, Zuschärfungsfläche auf Oktaederkante aufgesetzt. Nur selten kommt das gebrochene Pyritoeder a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a untergeordnet vor.



Röthlich silberweiß mit starkem Metallglanz, graulich schwarzer Strich. Härte 5—6, gibt mit dem Stahle Funken, Gew. 6,2.

Vor dem Löthrohr Arsenikgeruch, im Glaskolben erhitzt gibt er nur wenig Arsenik ab und kein rothes Sublimat, wie der Arsenikkies, aber die rothe Lösung in Salpetersäure gibt mit Chlorbaryum einen starken Niederschlag von $\dot{Ba}\,\ddot{S}$, denn er besteht aus

$Co\,S^2 + Co\,As^2$ mit 33,1 Co, 43,5 As, 20 S, 3,2 Fe.

Am schönsten kommt er zu Tunaberg in Södermanland eingesprengt in schwefelkiesreichen Kupferkies vor, der Lager im Gneise bildet. Zu Skutterud bei Modum in Norwegen stehen die quarzigen Gneisschichten, worin er eingesprengt ist, senkrecht. Zu Querbach in Schlesien auf Glimmerschiefer. Zu Orawicza mit gediegenem Gold und Wismuth. Im Siegenschen kommen sie derb und sehr unrein vor. Das wichtigste Kobalterz für Blaufarbenwerke. Wenn sie durch Eisen verunedelt werden, so muß man sie sorgfältig von dem 2gliedrigen Arsenikkies pag. 571 unterscheiden. Der Danait von Franconia in Nordamerika von Form und Farbe des Glanzkobaltes, 6,2 Gew. hat 32,9 Fe, 6,4 Co.

Kobaltkies, $\overset{\prime\prime\prime}{Co}$.

Svafvelbunden-Kobalt Hisinger. Cronstedt §. 248 beschreibt ihn bereits von der Bastnäs-Grube bei der Ritterhütte, „es zeiget derselbe keine Spur von Arsenik."

Krystallisirt zwar ebenfalls in regulären Oktaedern, Würfeln und Oktaederzwillingen, zeigt aber keine Spuren von Pyritoder. Ebenfalls von röthlich silberweißer Farbe, Härte 5—6, Gew. 4,9.

Der Schwedische ist in Kupferkies eingesprengt, der mit Strahlstein gemengt Lager im Gneise bildet. Hisinger fand 38,5 S, 43,2 Co, 3,5 Fe, 14,4 Cu. Der Kupferkies schien nur beigemengt. Berzelius leitete daraus die Formel $Co^2\,S^3$ ab. Da er wegen der Zwillinge Analogie mit den Spinellen zeigt, so möchte ihm Frankenheim gern die Formel $\overset{\prime}{Co}\,\overset{\prime\prime\prime}{Co}$ zutheilen. Das andere bekannte Vorkommen auf der Grube Jungfer (und Schwabengrube) bei Müsen besteht nach neuern Analysen aus 42 S, 33,6 Ni, 22,1 Co, 2,3 Fe, woraus Rammelsberg die Formel $(\overset{\prime}{Ni}, \overset{\prime}{Co}, \overset{\prime}{Fe})\,(\overset{\prime\prime\prime}{Ni}, \overset{\prime\prime\prime}{Co}, \overset{\prime\prime\prime}{Fe})$ construirt. Da es eher ein Nickelerz als Kobalterz ist, so heißt man ihn auch Kobaltnickelkies.

Das einfache Kobaltsulfuret $\dot{Co}$ von stahlgrauer Farbe soll bei Rajpootanah in Hindostan vorkommen.

Alle diese Kobalterze dienen zur Darstellung der schönen blauen Farbe, die auf den sogenannten Blaufarbenwerken dargestellt wird. Man schmilzt die gerösteten Erze mit Quarz und Pottasche, dann bildet Eisenoxyd und Kobaltoxydul mit Kieselerde und Kali ein blaues Glas (Smalte), während Nickel an Arsen gebunden, nebst Wismuth, Kupfer, Silber rc. als sogenannte Kobaltspeise, die nicht selten über 50 p. C. Nickel enthält, zu Boden fällt. Auch die abgerösteten Erze kommen unter dem Namen Zaffer (verstümmelt aus Sapphir) in den Handel, sie geben für Porzellan-, Fayence- und Glasfabrikate die beste feuerbeständige blaue Farbe. Da Speis- und Glanzkobalt fast ganz Manganfrei sind, so sind sie dazu besonders brauchbar, der Erdkobalt aber nicht. Bis zum Jahr 1845 warfen die Kobaltgruben einen hohen Gewinn ab, seitdem hat aber der künstliche Ultramarin die Preise sehr herabgedrückt, so daß eine Menge Werke eingehen müssen.

Das Kobaltmetall wurde 1733 von Brandt dargestellt. Es hat eine röthlich weiße Farbe, ist hart und spröde, 8,5 Gew. Schmilzt nur in hoher Temperatur.

Nickelerze.

Nickel ist ebenfalls noch heute bei den Harzbewohnern ein Schimpfwort. Der Bergmann trug es auf den Kupfernickel über, der zwar kupferroth ist, aber durchaus kein Kupfer gibt. 1754 entdeckte Cronstedt das Nickelmetall darin. Kobalt und Nickel treten gewöhnlich zusammen auf, beide sind dem Eisen sehr verwandt, und finden sich zusammen im Meteoreisen pag. 493. Das Nickel ist von allen dreien das seltenere. Da es mit Platin leicht zusammen schmilzt, so muß man die Glasflüsse vorher auf Kohle behandeln, und dann erst auf das Platindraht nehmen: Nickeloxydul ertheilt dem Boraxglase eine violette Farbe, die kalt rothbraun; dem Phosphorsalz eine rothe, die kalt gelb wird. Ist Kobalt zugegen, so bekommt man zuerst blaue Gläser, während das Metallkorn im Flusse schwimmt. Trennt man dasselbe und behandelt es weiter mit Flußmittel, so erhält man dann die Farbe des Nickelglases. In concentrirter Salpetersäure geben die Erze eine smaragdgrüne Lösung, und geröstet reduciren sie sich leicht zu magnetischem Nickelmetall. Der grüne Nickelocker pag. 400, der Emerald-Nickel auf Chromeisenstein pag. 518, die Färbung im Pimelit und Chrysopras pag. 176, die kleine Menge im Olivin pag. 219, der wesentliche Gehalt im Meteoreisen, Magnetkies pag. 571 sind bekannt.

Kupfernickel $\overset{a}{Ni}$.

Cuprum Nicolai vel Niccoli Cronstedt §. 254, Nickel arsenical Hauy, Arsenicknickel, Rothnickelkies.

6gliedrig, aber Krystalle selten. Brooke wies darin eine reguläre sechsseitige Säule nach, und Hausmann fand bei Eisleben Dihexaeder mit

abgestumpften Endecken von 139° 48′ in den Endkanten und 86° 50′ in den Seitenkanten. Ohne blättrigen Bruch. Licht kupferroth, gern dunkel anlaufend, klein muscheliger Bruch. Verräth sich häufig durch mitvorkommenden grünen Nickelocker. Härte 5, etwas milde, Gew. 7,6.

Vor dem Löthrohr schmilzt er unter Abgabe von Arsen zu einer grauen metallischen Kugel. Die geröstete Kugel mit Flüssen behandelt schwimmt im Glase herum, und gibt Reaktion auf Nickel. Mit dem Platindraht legirt sie sich sogleich. Im Kolben gibt das Mineral kein Arsenik ab. Schon in kalter Salpetersäure löst es sich plötzlich zu einer smaragdgrünen Flüssigkeit unter Ausscheidung von Arsenik.

Ni As mit 44 Ni und 56 As.

Häufig etwas Antimon, der im Kupfernickel von Allemont und Balen in den Pyrenäen bis auf 28 Sb steigt (Allemontit).

Es ist bei weitem das wichtigste und verbreitetste Nickelerz auf Arsenik- und Kobaltgängen: Schneeberg, Annaberg, Freiberg, Joachimsthal, Riechelsdorf, Saalfeld, Wittichen. Schladming, Cornwall ꝛc.

Antimonnickel $\overset{s}{Ni}$.

Wurde 1833 in kupferrothen Blättchen zu Andreasberg im Kalkspath mit Speiskobalt eingesprengt gefunden (Pogg. Ann. 31. 134). Nach Breithaupt Dihexaeder von 112° 10′ in den Seitenkanten, und folglich 130° 58′ in den Endkanten. Die Farbe ist lichter und reiner als beim Kupfernickel, aber Härte 5 und Gewicht 7,5 gleich. Der blättrige Bruch entspricht der Gradendfläche, wird aber nur als Absonderung angesehen. Jedenfalls sollten Ni As und Ni Sb isomorph sein, um so mehr, da der Allemontit Ni (As, Sb) als Verbindungsglied beider angesehen werden kann. Vor dem Löthrohr verdampft das Antimon und das schwer schmelzbare Nickel bleibt zurück. Nach der Analyse von Stromeyer 31,2 Ni, 68,8 Sb. Auch durch Zusammenschmelzen gleicher Aequivalente von Nickel und Antimon erhält man eine diesem Erze sehr ähnliche rothe Legirung, bei größerm Zusatz von Antimon wird die Legirung aber weiß und schmelzbarer.

Arseniknickel $\overset{aa}{Ni}$.

Wurde von Hoffmann (Pogg. Ann. 25. 491) benannt und analysirt. Da es zu Schneeberg der stetige Begleiter von Kupfernickel (Rothnickelkies) ist, so nannte ihn Breithaupt nicht unpassend Weißnickelkies. Nur dieser verwittert leicht zu grünem Nickelocker, nicht der Kupfernickel. Als nun später sich zeigte, daß es auch einen zweigliedrigen, dem Arsenikkies verwandten Weißnickelkies pag. 573 gebe, so machte Breithaupt für unsern den Namen Chloanthit (χλοανθής aufgrünend), der an den grünen Beschlag erinnern soll.

Regulär wie Speiskobalt, aber Krystalle selten. Doch kommen Würfel, Oktaeder und Granatoeder vor. Zinnweiß, läuft aber leicht grau und schwärzlich an. Härte 5, Gew. 7,1. Der grüne Beschlag läßt ihn leicht von Speiskobalt unterscheiden, dem er im Aussehen sehr gleicht.

Im Kolben gibt er Arsenik ab, und die Probe bedeckt sich mit grünem Ocker. Die Analyse von 28,2 Ni und 71,8 As läßt auf die Formel $Ni\,As^2$ schließen. Wie beim Speiskobalt das Nickel durch etwas Eisen, auch Kobalt vertreten. Zu Schneeberg, Großkamsdorf, Sangerhausen.

Haarkies $\overset{'}{\mathrm{Ni}}$.

Kam früher auf der Grube Adolphus zu Johann-Georgenstadt vor, Werner hielt ihn anfangs für Schwefelkies, Klaproth Beitr. V. 231 für gediegen Nickel, aber Berzelius wies den Schwefel darin nach. Hausmann nannte ihn daher Nickelkies. Millerit.

Kleine Nadeln, die reguläre sechsseitige Säulen zu bilden scheinen, also zur Formation des Kupfernickels gehören würden. Miller gibt ein Rhomboeder an, dessen Seitenkanten durch die 2te sechsseitige Säule abgestumpft werden (Pogg. Ann. 36. 476). Farbe zwischen Messing- und Speisgelb, daher mit fasrigem Schwefelkies leicht verwechselbar. Metallglanz, Gew. $5\frac{1}{2}$, Härte 3—4.

Schmilzt unter Spritzen zu einer magnetischen Kugel. Enhält 64,8 Ni, 35,2 S, also $\overset{'}{\mathrm{Ni}}$. Joachimsthal, Przibram, Riechelsdorf, Kamsdorf, Cornwallis.

Nickelglanz $\overset{''}{\mathrm{Ni}} + \overset{aa}{\mathrm{Ni}}$.

Schon Cronstedt §. 254 erwähnt ihn als „schuppenartigen Kupfernickel" von Loos in Helsingeland. Pfaff (Schweigger's Journ. 22. 260) analysirte ihn und gab den Namen. Nickelarsenikkies, Arseniknickelglanz, Nickelarsenikglanz.

Regulär von der Formation des Glanzkobaltes, aber das Pyritoeder selten zu beobachten. Der Würfel ausgezeichnet blättrig, und daran leicht kenntlich. In der Krystallisation herrscht das Oktaeder vor, daran bildet das Pyritoeder $a : \frac{1}{2}a : \infty a$ eine untergeordnete Zuschärfung der Ecken. Pyritoederfläche auf Oktaederkante aufgesetzt (Haueisen).

Silberweiß ins Graue, durch Anlaufen dunkeler werdend. Schwacher Metallglanz. Härte 5—6, Gew. 6,1.

Im Glaskolben verknistert er stark und gibt rothes Schwefelarsenik, auf Kohle Schwefel und Arsen und schmilzt dann zu einer Kugel, welche mit Flüssen behandelt anfangs Kobalt-, dann Nickelreaktion zeigt. Berzelius Analyse des Schwedischen von Loos gab 29,9 Ni, 0,9 Co, 4 Fe, 45,4 As, 19,3 S, woraus die Formel

$$(Ni, Co, Fe)\,As^2 + (Ni, Co, Fe)\,S^2$$

folgt. Ausgezeichnete Fundorte der Antimonfreien sind Loos, Grube Albertine bei Harzgerode auf dem Unterharz, besonders Haueisen bei Lobenstein im Spatheisenstein, Grube Jungfer bei Müsen, Schladming ꝛc. Verräth sich öfter durch Nickelocker.

Nickelantimonglanz (Antimon-Nickelglanz) $Ni\,S^2 + Ni\,Sb^2$ hat anstatt Arsenik Antimon, im Uebrigen dem Nickelglanz ganz gleich, nur dunkelfarbiger (blei- und stahlgrau). Wurde zuerst von der Grube Landskrone im Siegen'schen (Westerwald) bekannt, wo er wie gewöhnlich mit

Spatheisen und Bleiglanz bricht. H. Rose fand darin 27,4 Ni, 55,8 Sb, 16 S. Die etwas größere Schwefelmenge rührt vom eingesprengten Bleiglanz her. Vor dem Löthrohr geben sie blos Antimonrauch. Früher hatte Klaproth einen Nickelglanz von Freusburg auf dem Westerwalde analysirt, und 25,2 Ni, 47,7 Sb, 11,7 As, 15,2 S gefunden, was $Ni\,S^2 + Ni\,(Sb, As)^2$ gibt. Wenn man nun bedenkt, daß auf gleichen Gruben bei Harzgerode, Lobenstein 2c. Arsenik- und Antimonnickelglanz neben einander vorkommen, so ist bei der Gleichheit des Blätterbruchs kein Gewicht auf die Unterschiede zu legen. Kobell's

Amoebit von Lichtenberg bei Steben im Fichtelgebirge soll $(Ni, Fe)^2\,(As, S)^3$ sein, hat aber den gleichen Würfelbruch.

Nickelwismuthglanz Kobell (Erdmann's Journ. prakt. Chem. VI. 332) von Grünau, Grafschaft Sayn-Altenkirchen in Westphalen. Kleine reguläre Oktaeder mit blättrigem Bruch. Stahlgrau, Härte 4—5, Gew. 5,1. Enthält 40,6 Ni, 14,1 Bi, 38,5 S, 3,5 Fe, 1,7 Cu, 1,6 Pb, woraus Kobell die Formel $10\,\dddot{N}i + \dddot{B}i$ konstruirt.

Nickelspeise $Ni^3\,As^2$.

Ein Kunstprodukt (Pogg. Ann. 25. 302 und 28. 433), das bei Blaufarbenwerken in sehr glänzenden vierseitigen Tafeln des viergliedrigen Systems krystallisirt, bestehend im Oktaeder $o = a : a : c$, mit sehr ausgedehnter Gradendfläche $c = c : \infty a : \infty a$. Der Seitenkantenwinkel beträgt 115° 39′. Zuweilen noch ein schärferes Oktaeder $a : a : 2c$. Die Farbe licht tombakbraun, mit starkem Glanz, im Aussehen leicht mit einem natürlichen Mineral verwechselbar. Wöhler's Analyse gab 54,1 Ni, 45,9 As. Nickelocker verräth den Nickelgehalt. Breithaupt's Plakodin (Pogg. Ann. 53. 631) scheint das Gleiche. Vergleiche auch den licht kupferrothen Antimonnickel Leonhard's Jahrb. 1853. 179.

Der Hüttenmann unterscheidet Kobaltspeise $(Ni, Co)^3\,As$, Nickelspeise $(Ni, Co, Fe)^4\,As$, Bleispeise $(Fe, Ni, Co)^4\,As$, Raffinatspeise $((Ni, Co)^4\,As$ (Plattner Probierkunst 314), die als Hauptmaterial zur Gewinnung des **Nickels** dienen. Dasselbe hat Silberfarbe, ist vollkommen dehnbar (zwischen Eisen und Kupfer), rostet viel schwerer als Eisen, ist aber eben so stark magnetisch, liefert daher vortreffliche Magnetnadeln. Obgleich streng flüssig, so läßt es sich doch in großen Parthien schmelzen. Gew. 9,2. Das Neusilber von der Farbe des 12löthigen Silbers, aber weniger anlaufend, besteht aus 53,4 Cu, 29,1 Zn, 17,5 Ni. Auch der chinesische Packfong enthält Nickel.

Die Nickelspeise mit ungefähr 50 p. C. Nickel steht daher in hohem Werth, der Centner kostet über 200 fl.

Molybdänerze.

Μολυβδαινα heißt Graphit pag. 511, weil das Molybdän lange damit verwechselt wurde, bis endlich Scheele 1778 ein eigenthümliches Metall darin entdeckte. Molybdän spielt keine bedeutende Rolle, doch haben wir

die Molybdänsäure $\dddot{M}o$ bei den Bleisalzen pag. 415 und als Molybdänocker kennen gelernt. Das Hauptvorkommen bleibt immerhin das geschwefelte Molybdän. Von ihm stammen die geringen Mengen in Kupfer- und Zinnhüttenprodukten.

Molybdän $\ddot{M}o$.

Molybdänglanz, Wasserblei.

6gliedrige Tafeln, zuweilen mit dihexaedrischen Abstumpfungen. Die Gradendfläche ist krummblättrig, wie Talk pag. 201, daher auch von Romé de l'Isle damit zusammengestellt.

Farbe frisch bleigrau, mit einem starken Stich ins Roth, stärker als beim Bleiglanz. Doch muß man sich bei denen vom Altenberger Zinnstock durch das mitvorkommende erdige Eisenoxyd nicht verführen lassen, die Farbe für rother zu halten als sie ist. Härte 1—2, abfärbend und schreibend wie Graphit. Gew. 4,5. Auf der glatten Glasur von weißem Porzellan gibt es einen grünlich grauen Strich. Gemein biegsam und etwas fettig sich anfühlend. Isolirt gerieben negativ elektrisch.

Vor dem Löthrohr in der Platinzange färbt es die Flamme deutlich gelbgrün, auf Kohle schmilzt es nicht, gibt schweflige Säure ab, und erzeugt einen schwach kupferrothen Beschlag von Molybdänoxyd, der sich innerhalb des weißen Beschlages findet. Mit Salpeter im Platinlöffel verpufft es zu Molybdänsaurem Kali. Schon Buchholz wies im Altenberger 60 Mo und 40 Schwefel nach, was gut mit der Formel $Mo\,S^2$ stimmt.

Kommt eingesprengt in verschiedenen Urgebirgsgesteinen, Gneis, Granit, Porphyr, Syenit, Chloritschiefer rc. vor. Besonders reich sind die Zinnsteinstöcke von Altenberg in Sachsen, Schlackenwalde und Cornwallis bedacht, wo man es käuflich haben kann. Breithaupt's

Silberphyllinglanz, dem Molybdän ähnlich, aber etwas grauer scheint im Wesentlichen Selenmolybdän zu sein, mit einem kleinen Gehalt an Silber und 4,9 Gold. Eingesprengt im Gneis von Deutsch-Pilsen (Honther Comitat). Auch das Molybdän von Schlackenwalde soll etwas Selenhaltig sein.

Bleierze

gehören zu den allergewöhnlichsten der Erzgänge, und sind daher ein wichtiger Gegenstand des Bergbaues, wichtig nicht blos wegen ihres Blei-, sondern namentlich auch wegen ihres Silbergehaltes. Auch das Selen scheint in der Natur an Blei mehr gebunden vorzukommen, als an irgend ein anderes Metall. Wir haben zwar oben Weißbleierz pag. 357, Vitriolblei pag. 374, Buntbleierz pag. 388, Bleisalze pag. 412, Bleiocher pag. 561, gediegen Blei pag. 500, Tellurblei pag. 507 schon die Wichtigkeit und Verbreitung gesehen, aber die meisten von diesen scheinen lediglich durch Zersetzungsprocesse vom Bleiglanz erst entstanden zu sein, von vielen läßt es sich sogar mit Gewißheit behaupten.

Bleiglanz Ṗb.

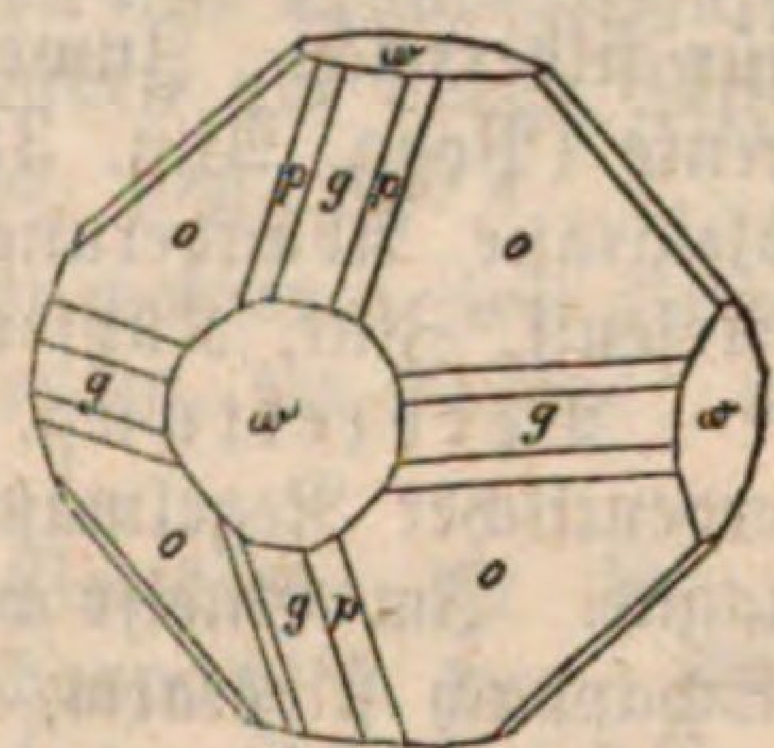
Bei Agricola 705 schlechthin Glantz lapis plumbarius genannt. Galena Plinius 33. 31 ist silberhaltiger Bleiglanz, unter demselben Namen führt ihn auch Agricola 705 „Galena Glantz vnd plei ertz“ auf. Plomb sulfuré, Sulphuret of Lead.

Reguläres Krystallsystem. Der

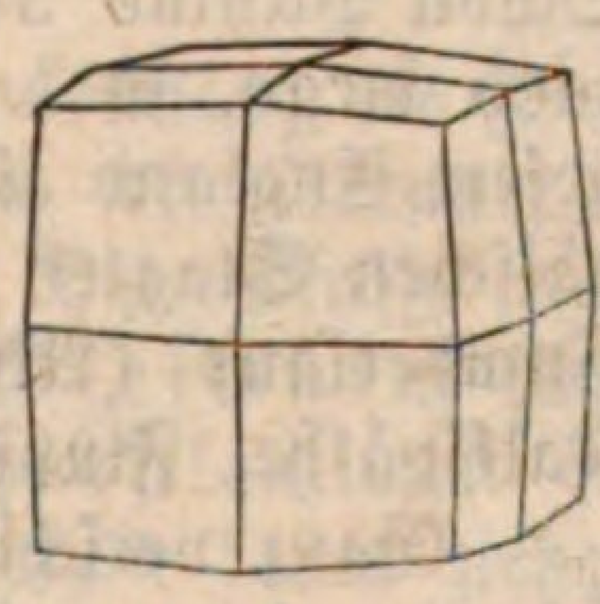
Würfel hat einen so ausgezeichnet dreifach blättrigen Bruch, daß es kein zweites Beispiel gibt, was ihm gleichkommt. Daher bei Wallerius auch Würfelerz genannt. Bei Freiberg die gewöhnlichste Krystallfläche. Das

Oktaeder stumpft die Ecken ab, dann entstehen ausgezeichnete Cubooktaeder, in Sachsen sehr verbreitet. Auf der Albertine bei Harzgerode gesellt sich noch das

Granatoeder hinzu. Außerdem werden daran die Kanten zwischen Granatoeder und Oktaeder durch das Pyramidenoktaeder p = a : a : 2a abgestumpft, dasselbe kommt nirgends ausgezeichneter als am Bleiglanz vor, daher nennt Haidinger die Pyramidenoktaeder Galenoide. Zuweilen fast selbstständig, Dufrénoy Tab. 97. Fig. 272. Viel seltener beobachtet man eine Abstumpfung zwischen Oktaeder und Würfel, meist dem Leucitoide a : a : ⅓a angehörend. Naumann (Poggendorf's Ann. 16. 487) führt aus der Werner'schen Sammlung einen Würfel von der alten Hoffnung Gottes mit Würfel, Oktaeder, Granatoeder, Leucitoid und zwei Pyramidenoktaedern 7a : 4a : 4a und 5a : 4a : 4a auf.



In Cumberland kommen sogar Würfelflächen vor, auf welchen Leucitoidflächen a : 12a : 12a, selbst a : 36a : 36a sich kaum erheben, sie lassen sich nur noch durch Erhöhungen längs der kurzen Diagonalen der Würfelflächen erkennen, und um das scharfe Bestimmen solcher Flächen bleibt es immerhin eine mißliche Sache. Geflossene Krystalle, d. h. an der Oberfläche unregelmäßig gerundete, nicht selten.



Zwillinge kommen sehr schön in Sachsen, Windeck im Bergischen ꝛc. vor. Die Cubooktaeder haben eine Oktaederfläche gemein, und liegen umgekehrt. Parallel der gemeinsamen Oktaederfläche werden die Zwillinge meist tafelartig, und beide Individuen greifen so weit in einander über, daß bei der Verziehung der Flächen das Erkennen Schwierigkeit macht. Indeß kann man nach der Lage des blättrigen Bruchs sich leicht orientiren.

Frischbleigrau mit einem Stich ins Roth. Stärkster Metallglanz, der auf frischem Bruch das Auge blendet, und in sofern unerreicht, es ist der Diamant der Erze. Strich graulich schwarz.

Härte 2—3, etwas milde, Gew. 7,5.

Vor dem Löthrohr verknistert er zwar stark, doch zwingt man ihn durch langsames Erwärmen bald zum Bleiben, er schmilzt dann leicht

unter Ausscheidung von Blei, während die Kohle einen weißen Beschlag von schwefelsaurem Bleioxyd mit einem innern gelben Kranz von Bleioxyd bekommt. Bei großen Proben schwimmt der Regulus bald in flüssiger Bleiglätte von gelber Farbe. Ist er Antimonhaltig, so setzt sich das Antimonoxyd mit dem weißen Kranze ab. Um geringere Mengen von Antimon zu erkennen, muß man den gepulverten Bleiglanz mit Soda mischen und im Reductionsfeuer behandeln. Der Schwefel geht dann an das Natrium und zieht sich in die Kohle, und kommt jetzt noch ein weißer Beschlag, so rührt er vom Antimon her. Durch langes Blasen auf die Probe verflüchtigt sich alles Blei, und zuletzt bleibt ein kleines Silberkorn, was zum Wiegen zu klein, aber wohl zu messen ist pag. 477. Nur zuletzt muß man etwas vorsichtig sein, weil die kleine silberreiche Probe leicht von der Kohle springt. In concentrirter Salpetersäure löslich, unter Ausscheidung von Schwefel, Zink fällt aus der Lösung Blei.

Pb S mit 86,5 Pb und 13,5 S, der Silbergehalt geht in seltenen Fällen bis auf 1 p. C. Gewöhnlich schwankt er zwischen 0,01 und 0,1 p. C., d. h. $\frac{1}{3}$—$3\frac{1}{2}$ Lth. im Centner. 4—9löthige erklärt der Bergmann für silberreich. Zuweilen Goldhaltig (Kremnitz), Platinhaltig in der Charente (Pogg. Ann. 31. 16). Antimon öfter in solcher Menge, daß eine bleigraue Abänderung von Przibram Steinmannit genannt wurde. Arsenik, Zink, Kupfer, Selen ꝛc.

Verbreitung. Hauptsächlich auf Gängen, die oft mit außerordentlicher Regelmäßigkeit zur Tiefe setzen, wie zu Huelgoat in der Bretagne. Im Gneise von Freiberg, auf dem Schwarzwalde in der wilden Schappach silberarm, im Teufelsgrunde silberreich. Im Uebergangsgebirge des Harzes Clausthal, Zellerfeld, Neudorf ꝛc. das wichtigste Erz, im rheinischen Schiefergebirge (Müsen, Siegen, Westphalen, Nassau). Besondern Ruf genießen die Bleierzgänge im Bergkalk des nördlichen England. Schon Plinius 34. 49 sagt davon, sed in Britannia summo terrae corrio adeo large, ut lex ultro dicatur, ne plus certo modo fiat. Noch heute liefert England jährlich 900,000 Ctr. Blei, so viel als alle übrigen europäischen Staaten zusammen genommen: Derbyshire (Castleton, Cromford), Cumberland (Alston-Moor) ꝛc. Das Ganggestein bilden die schönsten Kalkspäthe, Flußspäthe und Schwerspäthe.

Ganz verschieden davon ist das Vorkommen im Flözgebirge, wo er sich eingesprengt findet. Knoten von krystallinischem Bleiglanz findet man öfter mitten im weißen Keupersandstein, im Buntensandstein der Eiffel (Bleiberg bei Commern, Bergamtbezirk Düren), wo die mächtigen „Knotenerze“ theilweis im Tagebau gewonnen werden. Die Bleiglanzknoten von Commern, zum Theil mit Weißbleierz gemischt, liegen in dem weißen mürben Sandstein in solcher unerschöpflichen Masse, daß die einzige Grube Meinertzhagen in einem Jahre 340,000 Ctr. Knotenerz lieferte. Der Betrieb zum Theil über Tage nimmt so zu, daß er sehr bald einer der bedeutendsten des Continents sein dürfte. Im Muschelkalk von Tarnowitz finden sich Nester von silberhaltigem Bleiglanz mit Galmei, ähnlich im Dolomite des Kärnthischen Bleiberges (Villach). Aber alle diese halten dennoch keinen Vergleich aus mit den Bleiglanznestern im Kalkgebirge der Alpujarras der südlichen Vorkette der Sierra Nevada in Spanien, besonders bei Berga und Gador. Es ist ein alter Saifenbau, ein Erzfeld

mißt ¼ Quadratstunde, worin mehrere Ellen mächtige Erzwände in Lehm gehüllt zu Tage treten. 1822 standen die Gruben wieder in schwunghaftem Betrieb, 1829 waren 80 Schachte und 1500 Schurfversuche gemacht, worin 10,000 Bergleute 1 Mill. Ctr. Erze gewannen, das auf den Rücken von 2000 Maulthieren aus dem wilden Gebirge herabgeführt wurde, und woraus man über eine halbe Million Ctr. Blei gewann. Das drückte die deutschen Werke gewaltig. Aber dennoch scheint der Reichthum in

Amerika noch bedeutender. Im Staat Missouri wurde er schon 1720 entdeckt, er erstreckt sich dann über einen Theil von Illenois, Jowa, besonders aber nach Wisconsin. Der Bleiglanz in Begleitung von Blende und Galmei lagert in oberflächlichen Spalten des Bergkalkes (Cliff Limestone) und ist wie die Bohnenerze in eisenschüssigen Lehm gehüllt. Auf einer Strecke von 87 engl. Meilen von Ost nach West und 54 Meilen von Süd nach Nord soll kaum eine englische Quadratmeile sein, wo nicht die Spuren von Bleiglanz sich fänden. Die Werke gehen selten über 25 bis 30 Fuß Tiefe hinab. Es gibt Orte, wo der Mann täglich 8000 ℔ Erz gewinnen kann. Auf einem einzigen Flecke von 50 Quadrat-Yards wurden 3 Millionen Pfund gefördert, und die Gruben am obern Missisippi liefern jährlich an 760,000 Pigs (Dana Miner. pag. 489).

Krystallisirter Bleiglanz, nicht selten in mehreren Zoll großen Würfeln, findet sich gewöhnlich in den obern Teufen der Gänge, wo Drusenräume Platz zum Krystallisiren gaben.

Körniger Bleiglanz, füllt in derben Parthieen die Gänge. Sehr grobkörnig kommt er bei Freiberg, in der Schappach ꝛc. vor. Von mittlerm Korn auf dem Oberharze. Blumig blättrig zu Gersdorf. Bunt angelaufen in Derbyshire. Das Korn wird zuletzt so fein und gleichartig wie beim schönsten Dolomit, ohne an frischer Farbe einzubüßen. Endlich aber beim

Bleischweif erkennt man das Korn nicht mehr deutlich, die Farbe wird schwärzer, und mit dem dichten Bruch pflegt auch die Verunreinigung durch Antimon, Zink, Eisen ꝛc. zuzunehmen. Die Masse wird striemig, schaalig, traubig, und geht gern in erdigen Bleimulm über. Bleischweif zeigt oft Spiegelflächen. Wenn das Schwefelantimon zunimmt, so läßt sich die Gränze nach den Spießglanzbleierzen kaum ziehen. Vergleiche auch Weißgiltigerz.

Der silberarme Bleiglanz kommt viel roh in den Handel unter dem Namen Glasurerz (Alquifour), da ihn die Töpfer zur Glasur ihrer Waare benutzen können. In der wilden Schappach kostet der Ctr. 8—10 fl., am Commerschen Bleiberge nur 4 fl. Am silberhaltigsten sind nicht selten die feinkörnigsten, wie z. B. 12löthig auf dem Schindler Gang im Teufelsgrunde im südlichen Schwarzwalde: diese pflegen dann auf besondern Poch- und Waschwerken aufbereitet zu werden, das Erz scheidet sich wegen seiner bedeutenden Schwere als feinster Bleiglanzsand (Schliche) und man kann so die unbedeutendsten Mengen aus den Ganggesteinen gewinnen. Das „Schmelzgut" mischt man nun entweder mit Eisen und schmilzt, es bildet sich dann Schwefeleisen, und Blei wird frei (Niederschlagarbeit); oder man röstet den Bleiglanz an der Luft, ein Theil bildet dann $\dot{P}b$, $\dot{P}b\ddot{S}$ und schweflichte Säure entweicht. Man setzt die Arbeit

so lange fort, bis es zu Pb + $\dot{Pb}$ + $\ddot{S}$ geworden ist, diese geschmolzen wirken so auf einander ein, daß 2 Pb + 2 $\ddot{S}$ entsteht, welch letztere entweicht. Das fallende Werkblei enthält neben allem Silber noch Antimon, Arsenik, Kupfer, Zink ꝛc. Man bringt es nochmals in Fluß, und läßt es unter fortwährendem Umrühren erkalten. Es setzt sich dann eine stets zunehmende Menge silberarmer Krystalle ab, die man abnimmt, so daß man die übrige flüssige Masse auf den 10fachen Silbergehalt bringen kann. Dieses silberreiche Blei bringt man auf einen Treibheerd, und läßt einen Luftstrom über die schmelzende Masse fahren, es bildet sich Bleiglätte, die abfließt, und zuletzt bleibt das Silber über. Anfangs hat es noch eine Regenbogenhaut unedler Metalle, mit einem Male zerreißt diese, und das „Silber blickt" zum Zeichen der Reinheit. Parkes scheidet das Silber durch Zink, Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 506.

In den Ofenbrüchen erzeugen sich die schönsten Bleiglanzwürfel, es sind dieselben zellig, aber außerordentlich scharfkantig, so daß sie zu den schönsten krystallinischen Hüttenprodukten gehören.

Cuproplumbit 2 $\overset{\prime}{Pb}$ + $\overset{\prime}{Cu}$ Breithaupt (Pogg. Ann. 61. 672) von Chile. Der würflige Blätterbruch etwas undeutlicher als beim Bleiglanz, schwärzlich bleigrau, wie das ihn umhüllende Kupferglas, Gew. 6,4.

Johnston führt von Dufton auch ein erdiges blaulich graues Supersulfured of Lead (Ueberschwefelblei) an, welches am bloßen Kerzenlichte sich entzündet und mit blauer Flamme fortbrennt. Die Analyse gab 90,4 $\overset{\prime}{Pb}$ und 8,7 Schwefel (Leonhard's Jahrb. 1834. 55).

Selenblei $\overset{\sigma}{Pb}$.

Berzelius entdeckte 1817 das Selen im Schwefel, der aus den Kiesen von Fahlun gewonnen wird. Als er sich mit dessen Eigenschaften beschäftigte, fand es sich schon als Mineral im Selenkupfer und Eukairit des Serpentins von Skrickerum. 1825 wurde auf dem Harze (Pogg. Ann. 2. 403 und 5. 271) das Selenblei erkannt, ohne Zweifel das wichtigste unter allen Selenerzen.

Regulär, würfelig blättrig, wie Bleiglanz und äußerlich davon kaum zu unterscheiden. Kommt meist nur in derben feinkörnigen Massen vor. Die Farbe ein wenig lichter, Härte 2—3, Gew. 8,2—8,8, also entschieden schwerer.

Vor dem Löthrohr raucht es stark, verbreitet einen Rettiggeruch, die Kohle zeigt kalt einen röthlichen Beschlag, auch reducirt sich kein Blei, die Probe schmilzt daher nicht, sondern wird nur allmählig kleiner. Salpetersäure greift es an, und Selen scheidet sich mit röthlicher Farbe aus.

Pb Se mit 72,4 Pb und 27,6 Se.

Auf dem Harze in Eisensteingruben, wo die Thonschiefer an den Grünsteinkuppen abschneiden. Wurde zuerst von der Grube Lorenz bei Clausthal analysirt (Pogg. Ann. 2. 403), und zeigte neben Blei einen geringen Kobaltgehalt. Auf der Grube Brummerjahn bei Zorge ist es schon im Anfang des Jahrhunderts gewonnen, aber verkannt. Grube Carolina bei Lehrbach, Tilkerode auf dem Unterharze, obgleich nur nesterweise, so ist

doch durch die Bemühungen des Bergr. Zinken auf dem Mägdesprunge letzter Fundort zu den wichtigsten geworden (Pogg. Ann. 3. 271). Emanuel Erbstolln zu Reinsberg bei Freiberg (Pogg. Ann. 46. 279) ein 2—5″ mächtiger Gang im Braunspath. Auffallender Weise kommt es nie mit Bleiglanz vor. Bleiglanzartig sind ferner noch folgende:

Selenquecksilberblei (Hg, Pb) Se Pogg. Ann. 3. 297 von Tilkerode. Bleigrau und dreifach blättrig.

Selenkobaltblei 6 Pb Se + Co Se von Tilkerode und Clausthal ist nur durch 3 p. C. Kobalt verunreinigt, sonst hat es auch den dreifach blättrigen Bruch.

Selenkupferblei ist nur in dichten unblättrigen Massen von Tilkerode und Tannenglasbach bekannt, letzteres scheint nach Naumann einen dreifach blättrigen Bruch zu haben. Blei- und Kupfergehalt variiren sehr gegen einander. Man nimmt dreierlei an:

Pb Se + Ꞓu Se 47,4 Pb, 15,4 Cu, 1,3 Ag, 34,3 Se, Tilkerode.
2 Pb Se + Ꞓu Se 59,7 Pb, 7,9 Cu, 0,3 Fe, 30 Se, Tilkerode und Tannenglasbach.
4 Pb Se + Ꞓu Se 63,8 Pb, 4 Cu, 2 Si, 29,3 Se, Tannenglasbach.

Vielleicht entsprechen sie dem Cuproplumbit.

Nehmen wir dazu noch Selensilber, Eukairit, Selenkupfer, Selenquecksilber, Selenschwefel, so sind damit die wichtigsten Selenfossilien zusammengestellt.

Zinkerze.

Das geschwefelte Zinkerz ist unter den Zinkerzen bei weitem das verbreitetste, aber wegen seiner schweren Verhüttung wird es nur wenig auf Zink benutzt. Oben wurde bereits Kieselzinkerz pag. 309, Galmei pag. 346, Zinkvitriol pag. 440, Franklinit pag. 517, Rothzinkerz pag. 556 kennen gelernt, außerdem spielt es noch bei den Fahlerzen eine Rolle.

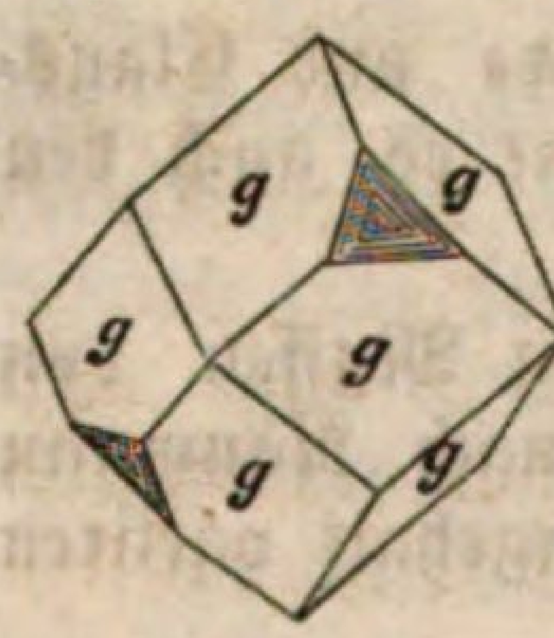
Blende $\acute{Z}n$.

Galena inanis Agricola 705. Wegen des Glanzes vermuthete der alte Bergmann ein brauchbares Metall darin, aber der Hüttenproceß ergab nichts, er nannte es eine „zum Schmelzen höchst verderbliche mineralische Aftergeburt." Pseudogalena, Sterile nigrum. Erst die neuern Systematiker nannten es zum Ueberfluß Zinkblende. Zinc sulphuré.

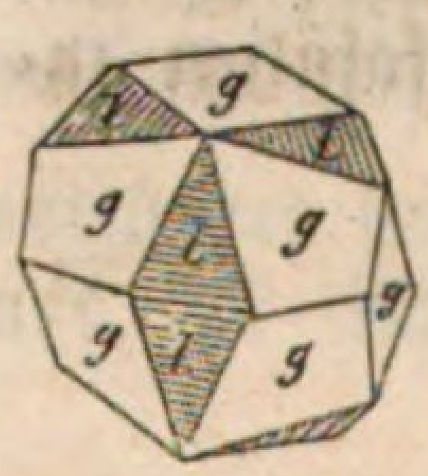
Reguläres Krystallsystem mit entschiedener Neigung zur tetraedrischen Hemiedrie. 6fach blättriger Bruch des Granatoeders, fast von der Deutlichkeit des Bleiglanzbruches, den Lasurstein pag. 297 weit übertreffend, und daher einzig in seiner Art. Aus der schwarzen Blende von Holzappel kann man mit dem Messer die schönsten Granatoeder spalten. Dehnt man drei in einer Zone aus, so entsteht eine reguläre sechsseitige Säule mit Rhomboeder; dehnt man zwei in einer quadratischen Säule aus, so ist wie bei der Hyacinthkrystallisation ein Oktaeder auf die Kanten aufgesetzt. Verkürzt man diese quadratische Säule bis zum Verschwinden, so dehnt sich das Oktaeder des Granatoeder zu einem viergliedrigen Ok-

taeder mit Endkanten von 120° und Seitenkanten von 90° aus. Läßt man eine sechsseitige Säule weg, so bleibt ein Rhomboeder mit 120° in End- und 60° in den Seitenkanten. Alles das sind Uebungsaufgaben für Anfänger.

Trotz des einfachen Systems ist es häufig ganz besonders schwer, die Krystalle zu entziffern, wenn gleich die Zwillinge einen Theil der Schuld tragen. Im Ganzen genommen herrscht das Granatoeder auch unter

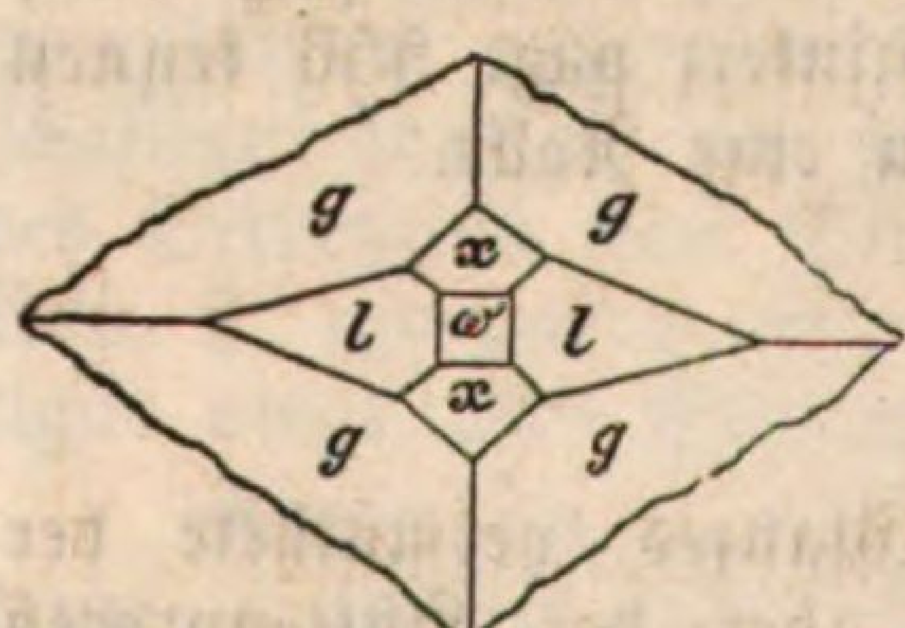


den Krystallflächen vor, aber die abwechselnden dreikantigen Ecken werden durch das gestreifte Tetraeder abgestumpft. Die Streifen gehen nicht wie beim Fahlerz den Tetraederkanten, sondern entgegengesetzt den Oktaederkanten parallel, das gleichseitige Tetraeder-Dreieck deutet also durch seine Streifung auf die Blätterbrüche des Granatoeders hin. Wenn das Granatoeder zurück tritt, so pflegt das glatte Gegentetraeder die Ecken des gestreiften Tetraeders abzustumpfen (Pacherstollen). Dieser Gegensatz von glatt und gestreift an verschiedenen Tetraedern ist so schlagend, daß z. B. bei den scheinbaren Oktaedern von Rodna in Siebenbürgen man den Unterschied leicht erkennt. Der Würfel tritt ebenfalls häufig und sehr glattflächig auf. Am eigenthümlichsten unter allen



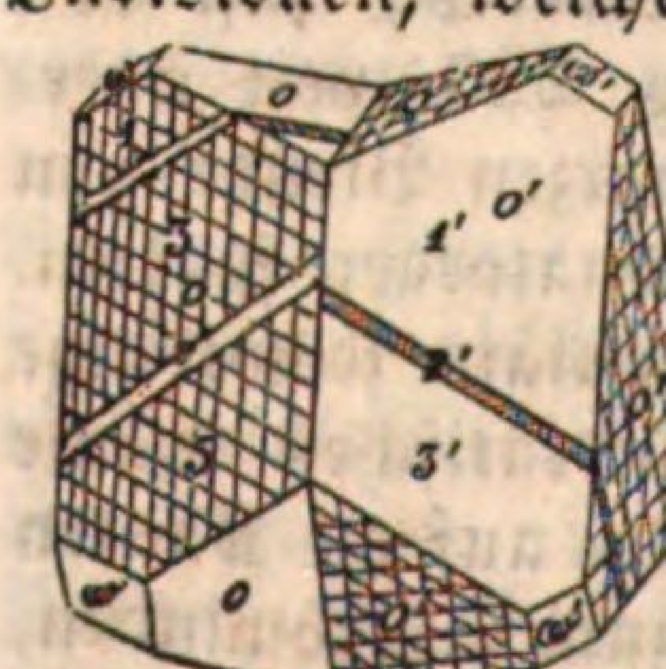
ist jedoch die Leucitoidfläche $l = a : a : \frac{1}{4}a$, welche hälftflächig aber gewöhnlich bauchig oder parallel der Axe a gestreift untergeordnet die vierkantigen Ecken des Granatoeders zuschärft. Man erkennt sie sehr leicht an den divergirenden Kanten, welche sie mit den Granatoederflächen g macht. Da sie am Tetraeder die Kanten zuschärfen, so bilden sie zuweilen auch ein Pyramidentetraeder.

Wie durchgreifend das tetraedrische Gesetz sei, das zeigt z. B. die



schöne gelbrothe phosphorescirende Blende von Kapnik: bei derselben herrscht das Granatoeder g, dem der Würfel w sich unterordnet; zwei Ecken gg w sind durch $l = a : a : \frac{1}{4}a$, die andern beiden zwar auch, aber durch das Pyramidentetraeder $x = a : a : \frac{1}{3}a$, wie die Zonen g x l deutlich beweisen. Untergeordnet findet sich zwischen w/g auch der Pyramidenwürfel $p = a : 2a : \infty a$.

Zwillinge außerordentlich gewöhnlich, sie haben wie immer die Oktaederfläche gemein und liegen umgekehrt. Die schwarze Blende von Rodna mit Schwefelkies und Kalkspath ist wegen der großen Menge von Individuen, welche sich wiederholen, besonders interessant. Es sind Cubo-



oktaeder, hin und wieder mit ganz untergeordneten Granatoederflächen. Nebenstehende Zeichnung gibt einen der einfachern: jedes der beiden Hauptindividuen links und rechts besteht aus verschiedenen ungeraden Stücken, das linke aus 5, das rechte aus 3. Von den 5 sind die graden 2 und 4 nur sehr schmal, eben so rechts das mittlere. Solche Zwischenstücke sind oft so schmal, daß sie zur feinsten Linie zusammenschrumpfen. Unter-

suchen wir die Flächenstreifung genauer, so sind links die 3 Stücke der ungeraden Zahlen gestreift, rechts die 2 ungeraden nicht, und umgekehrt. Betrachten wir das Ganze als einen einfachen Zwilling, so ist die Lage der glatten und gestreiften Tetraederflächen gerade so, als wenn man ein solches einfaches Ditetraeder halbirt und die Hälften um 60° gegen einander verdreht hätte. Es kommen ganze Haufwerke vor, worin aber oft das Bestreben erkenntlich, ein einziges Cubooktaeder zu bilden. Nicht selten durchwachsen sich auch die Granatoeder, wie bei der schönen braunen Blende von der Albertine bei Neudorf auf dem Unterharze, die gemeinsame sechsseitige Säule ist daran verkürzt. Lehrreich für solche Durchwachsung ist auch die schwarze derbe Blende von Holzappel: die den Zwillingsindividuen gemeinsame sechsseitige Säule springt glatt weg, wenn man jedoch das Rhomboeder daran schlagen will, so treten aus den Blätterbrüchen desselben dunklere Streifen hervor, die sich nicht in der Flucht blättern, sondern erst bei einer Drehung um 60° einspiegeln. Es sind das eingewachsene Zwillingsstücke.

Der blättrige Bruch so durchgreifend, daß man gar keinen muscheligen schlagen kann. Dunkele Farben, spielen ins Roth, Braun, Gelb, Grün. Oft große Durchscheinenheit, daher unvollkommener Diamantglanz. Durch Reiben phosphorescirend, besonders die von Kapnik pag. 126. Härte 3—4, spröde, Gew. 4. Leitet die Elektricität unvollkommen.

Vor dem Löthrohr verknistert sie stark, doch bringt man sie durch langsames Erhitzen leicht zum Stillstand, sie gibt dann in der äußern Flamme einen Zinkbeschlag ($\dot{Zn}$ heiß gelb, kalt weiß), und schmilzt an den Kanten. Große Proben bedecken sich mit einer dicken Schicht von Oxyd. Der Cadmiumgehalt ist schwerer nachzuweisen. Gut geröstete Proben geben mit Flüssen Reaktion auf Eisen. In Salzsäure löslich unter Entwickelung von Schwefelwasserstoff, in Salpetersäure unter Ausscheidung von Schwefel.

$Zn\,S$ mit 66,7 Zink und 33,3 Schwefel.

Eisen häufig das Verunreinigungsmittel. Die grüne und rothe von Ratieborzitz in Böhmen silberhaltig.

Blende ist auf Erzgängen der alten und neuen Welt der stetige Begleiter des Bleiglanzes, daher erklärt sich der alte bergmännische Name Galena inanis. Im Flözgebirge findet man sie viel häufiger eingesprengt als den Bleiglanz: im Muschelkalk (Poltringen bei Tübingen, Crailsheim), in der Lettenkohle, in den Thoneisensteinen des Lias und braunen Jura, besonders aber in den Kammern des Ammonites amaltheus, worein sie nur auf nassem Wege gekommen sein kann. Alle diese Vorkommen sind meist ausgezeichnet.

Blättrig, in körnigen derben Massen. Werner brachte diese nach der Farbe in Abtheilungen:

a) Gelbe Blende, reflectirt zwar in dicken Stücken dunkele Farbe, in dünnen oder an gesprungenen Stellen zeigt sich eine helle Kolofoniumfarbe, was sich bis zum durchsichtigen Weißen (Cleiophan von Franklin in New-Yersey, Erdmann's Journ. prakt. Chem. 52. 297) steigern kann. Einerseits geht sie bis ins Grasgrün (Gumerud in Norwegen, Böhmen),

andererseits ins Roth. Nicht selten umhüllt die grüne die rothe, und geht darin über, woraus die Unwichtigkeit der Unterscheidung einleuchtet. Sie ist die reinste Abänderung. Die gelbe von Kapnik phosphorescirt stark beim Reiben.

b) Braune Blende. Ihre Farbe beginnt mit dem Hyacinthroth (Landskrone, Rosenkranz bei Freiberg), man kann sie da fast mit Granat verwechseln. Gewöhnlich nimmt sie aber viel Schwarz auf und geht ins tiefe Braun, wie die schön glänzenden Krystalle von Neudorf bei Harzgerode.

c) Schwarze Blende ist die häufigste, aber auch unreinste. Nur in dünnen Stücken gewahrt man noch etwas vom Braun, zuweilen aber auch das nicht, und man muß sich dann vor Verwechselung mit verwittertem Spatheisenstein hüten. Die schön krystallisirte von Rodna in Siebenbürgen zeichnet sich durch ihre Schwärze aus. Eine Abänderung von Marmato bei Popayan (Marmatit) soll sogar 23,2 $\overset{\prime}{Fe}$ enthalten, also $3\overset{\prime}{Zn} + \overset{\prime}{Fe}$ sein.

Außer diesen blättrigen Abänderungen sind noch zwei andere Varietäten auszuzeichnen:

Strahlenblende von Przibram in Böhmen. Bildet zwar diamantglänzende blättrige Strahlen, doch kann man daran den 6fach blättrigen Bruch nicht mehr nachweisen, auch scheint sie senkrecht gegen die Strahlen noch einen undeutlichern Blätterbruch zu haben, dieser krümmt sich, und führt zur schaaligen Absonderung. Dünne Splitter scheinen braun durch. Löwe wies darin neben Schwefelzink noch 1,5—1,8 Cadmium nach, was sich auch durch einen braunen Kranz auf der Kohle, wiewohl undeutlich, zu erkennen gibt. Noch mehr von der Blendenatur entfernt sich

Schaalenblende, kam früher ausgezeichnet auf der Grube Silbereckel bei Hohengeroldseck auf dem badischen Schwarzwalde vor. Es ist eine dichte concentrisch schaalige Blende mit nirenförmiger Oberfläche, aber ob sie gleich äußerlich dem Brauneisenstein gleicht, so zeigt sie doch innen keine Faser, sondern einen matten Jaspisbruch. Auch die körnigen derben Blenden gehen, zumal wenn sie unreiner werden, zuletzt ins Dichte über (Holzappel).

Die Blende wird in neuern Zeiten auch auf Zink verhüttet. So gewinnt Preußen im Bezirk Siegen allein über 100,000 Ctr. à $4\frac{1}{2}$ Silbergroschen im Werth. Um daraus das Zink zu gewinnen wird die gepochte Masse in einem Flammenofen unter fortwährendem Umwenden geröstet. Das gebildete Zinkoxyd reducirt man durch Kohle (England, Davos in Graubündten) in Retorten, wie beim Galmei pag. 347. Der Cadmiumgehalt geht zuerst über. Die Blende von Eaten (New-Hampshire) soll 3,2 Cadmium halten, die braunen Varietäten vom Oberharz 0,3—0,6.

Greenockit $\overset{\prime}{Cd}$, das reine Schwefelkadmium, kommt als Seltenheit eingesprengt im Prehnit des Mandelsteins von Bishopton in Renfrewshire (Pogg. Ann. 51. 274) vor: reguläre sechsseitige Säulen mit Gradendfläche sind blättrig. Drei Dihexaeder über einander stumpfen die Endkanten der sechsseitigen Säule ab, Pommeranzengelbe öfter ins Roth

gehende Farbe mit starkem Glanz und großer Durchscheinenheit. Härte 3—4, Gew. 4,8. Im Glasrohre erhitzt nimmt er eine schöne karminrothe Farbe an, aber nur so lange er heiß ist. Schwefelcadmium mit 77,7 Cd und 22,3 Schwefel.

Voltzit $4\dot{Zn} + \dot{Zn}$, Voltzine Fournet (Pogg. Ann. 31. 63), überzieht in halbkugeligen Wärzchen die andern Erze von Roziers bei Pontgibaud (Puy-de-Dôme). Schmutzig rosenroth, Härte 4—5, Gew. 3,6. Es scheint neuerer Bildung und stimmt mit dem Ofenbruch überein, welcher in den Freiberger Hütten beim Verschmelzen zinkhaltiger Erze zuweilen in hohlen sechsseitigen Säulen krystallisirt.

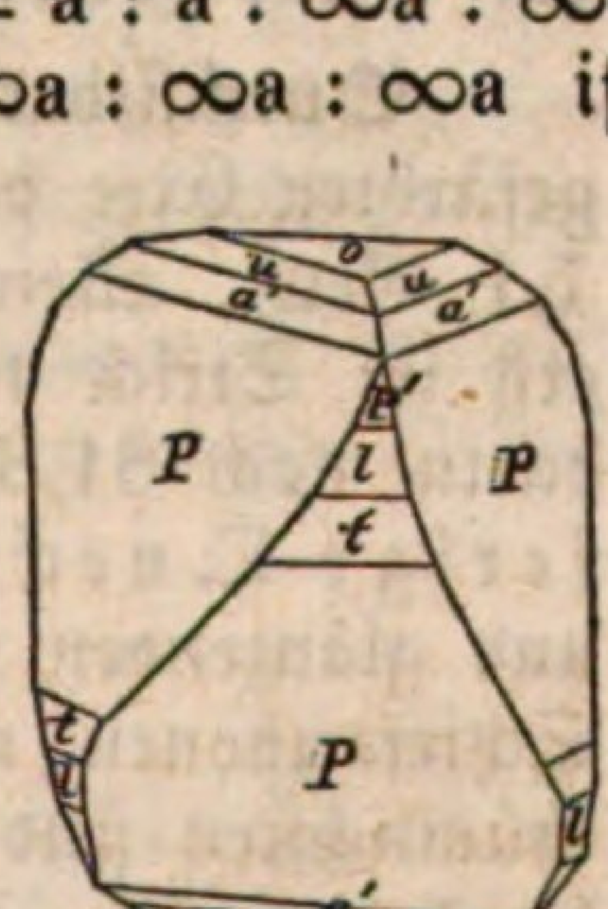
Quecksilbererze.

Sie sind bei weitem die wichtigsten, und alle andern hängen damit auf das Engste zusammen. Aus ihnen entstanden: Hornquecksilber pag. 424, gediegen Quecksilber pag. 480. Eigenthümlich ist das Vorkommen in gewissen Fahlerzen.

Zinnober $\overset{'}{Hg}$.

Schon den Alten wohl bekannt. Theophrast 103 und Plinius 33. 38 beschreiben ihn, unterschieden schon zwischen Minium und Cinnabaris. Agricola 706 übersetzt Minium nativum mit Bergzinnober, Cinnabaris dagegen mit minium facticium. Mercurblende, Mercure sulfuré, Sulphuret of Mercury. J. Schabus hat in den Sitzungsberichten der Kais. Akad. Wiss. 1851. Band VI. pag. 63 eine Monographie seiner Formen geliefert.

Rhomboedrisch, aber Krystalle meist klein und selten schön. Ziemlich häufig kommt er jedoch in derben gestreift blättrigen Stücken vor, aus welchen man eine reguläre sechsseitige Säule l = a : a : ∞a : ∞c spalten kann (Japan). Die Gradendfläche o = c : ∞a : ∞a : ∞a ist nicht blättrig. Hauy ging von dem Rhomboeder P = a : a : ∞a : c mit 71° 48′ in den Endkanten aus, was er auch ein wenig blättrig fand. Schabus maß denselben Winkel zu 71° 47′ 10″, gibt für c = 1, die Seitenaxe



$$a = \sqrt{0,19}.$$

Selten kommt daran auch das Gegenrhomboeder P′ = a′ : a′ : ∞a : c vor, ziemlich selten das nächste stumpfere Rhomboeder a = 2a′ : 2a′ : ∞a : c mit 92° 37′ in den Endkanten, also dem Würfel nahe stehend, wie das Hauptrhomboeder dem Tetraederwinkel. Dazu kommt ebenfalls das Gegenrhomboeder a′ = 2a : 2a : ∞a : c. Die ganze Entwickelung des Systems besteht in Rhomboedern, welche besonders die Kanten zwischen P/o, weniger die zwischen a/o abstumpfen, und die sich nicht durch Zonen, sondern durch Messungen bestimmen lassen. u = 4a : 4a : ∞a : c, k = $\frac{5}{2}$a : $\frac{5}{2}$a : ∞a : c und z = 3a : 3a : ∞a : c bestimmte schon Hauy. Schabus weist q = $\frac{1}{2}$a′ : $\frac{1}{2}$a′ : ∞a : c, t = $\frac{1}{4}$a : $\frac{1}{4}$a : ∞a : c und viele andere nach. Nur als

große Seltenheit findet sich ein Dreiunddreikantner. Zwillinge haben die Gradendfläche gemein und sind um 60° gegen einander verdreht.

Cochenillroth, aber leichter als Arsenikrothgülden, mit scharlachrothem Strich. Durchscheinend, daher Diamantglanz. Härte 2—3, Gew. 8. Vor dem Löthrohr auf Kohle verflüchtigt er sich vollkommen. In der offenen Glasröhre zersetzt sich der größere Theil zu gediegenem Quecksilber und schwefliger Säure. Von Säuren wird er nicht merklich angegriffen, in Königswasser löst er sich dagegen schnell und vollkommen.

$Hg\,S$ mit 86,3 Hg und 13,5 Schwefel.

Zinnober kommt auf Erzgängen nicht gewöhnlich oder doch nur in kleinen unbauwürdigen Mengen vor: Müsen, Schemnitz, Neumärktel in Krain ꝛc. Nur zuweilen werden diese Gänge mächtig, wie in den berühmten Gruben von Almaden pag. 480, die trotz ihres langjährigen Abbauens noch nicht 1000′ Tiefe erreichen. Die Erze sollen im Mittel 10 p. C. Quecksilber geben. Verschieden davon ist das lagerartige Vorkommen von Idria und in der Rheinpfalz. Man unterscheidet mehrere Varietäten:

1. Blättriger und körniger Zinnober. Blättrige gerundete Stücke, woraus man Säulen schlagen kann, kommen besonders aus Japan, wie schon Klaproth Beitr. IV. 14 berichtet. Dann gehören dahin die Krystalle, welche angeflogen auf den verschiedensten Erzgängen sich finden. Besonders schön sind die hochrothen derben körnigen Massen von Almaden, St. Anna bei Klagenfurt, Schemnitz ꝛc. So bald das Korn undeutlich wird, so pflegt auch die Farbe dunkeler zu werden, es geht dann in den

2. dichten Zinnober. Doch bleibt der Strich noch hoch scharlachroth. Große Stücke davon brechen bei Almaden.

3. Erdiger Zinnober, Werner's hochrother Zinnober, von brennend scharlachrother Farbe. Ist nichts weiter als der erdige ockerige Zustand, der besonders schön auf zerfressenen Gesteinen bei Wolfsstein in der Pfalz vorkommt.

Quecksilberlebererz nennt der Bergmann die durch Bitumen dunkel gefärbten Erze besonders in Idria. Die besten sind zwar noch sehr schwer 7,1 Gew., allein ihre schwärzliche Farbe hat nur noch ein wenig Roth, erst im Strich tritt das Roth wieder sehr stark hervor. Klaproth wies darin noch 81,8 p. C. Quecksilber nach. Noch schwärzer ist das schieferige Quecksilberlebererz, gewöhnlich mit schaaliger Absonderung und glänzenden spiegeligen Druckflächen, ähnlich den Druckflächen in den Schieferthonen und Steinkohlen des Schwarzwaldes. Am aller eigenthümlichsten sind jedoch kleine schwarze geodenartige Formen, die im Querbruche wie Gagat aussehen, und als fremdartige Masse sich in Lebererz eingesprengt finden.

Die Bergleute von Idria nennen das Korallenerz. Manche haben sehr deutliche concentrische Runzeln, wie die Anwachsstreifen von Muscheln. Die „Korallen" möchten daher wohl organischen Ursprungs sein. Darauf deutet auch das Bitumen hin, was Dumas Idrialin genannt hat. Diese Kohlenwasserstoffverbindung findet sich besonders im sogenannten Branderze, welches vor dem Löthrohr mit rußender Flamme brennt, und auch mehr oder weniger mit Zinnober geschwängert ist.

Schon die Alten wußten, daß durch Glühen des Zinnobers mit gebranntem Kalk Quecksilber frei werde: es bildet sich in der Retorte Schwefelcalcium und schwefelsaurer Kalk, und das Quecksilber destillirt über. Auch Eisenhammerschlag kann man anwenden. Beim andern Verfahren erhitzt man das Erz beim Zutritt der Luft, es bilden sich schweflige Säure und Quecksilberdämpfe, diese läßt man in Kammern oder Vorlagen gehen, worin sich das Quecksilber verdichtet.

Selenquecksilber.

Wurde neuerlich von Hrn. Römer in Clausthal auf der dortigen Grube Charlotte entdeckt (Pogg. Ann. 88. 319). Es ist derb feinkörnig, schwärzlich bleigrau mit Quarz und Rotheisenstein verwachsen. Gibt in offener Röhre einen starken Selengeruch, und enthält nach Rammelsberg 74,5 Hg und 25,5 Se, was zu der Formel $Hg^6 Se^5$ führen würde, da die wahrscheinlichere Formel Hg Se 28,4 Selen erfordert. Schon längst bekannt ist das

Selenquecksilber von San Onofrio in Meriko (H. Rose Pogg. Ann. 46. 315). Gleicht in Farbe und Glanz dem Fahlerz, milde, Härte 2—3. Es verbreitet auf Kohle einen starken Selengeruch, obgleich es nur 6,5 Se neben 10,3 S und 81,3 Hg enthält, also

$$4\, \overset{\prime}{Hg} + Hg\, Se$$

ist. Daselbst kommt auch der Onofrit selenigsaures Quecksilberorydul $\dot{Hg}\, \ddot{Se}$ vor.

Ehe wir jetzt zu den complicirtern Verbindungen schreiten, stellen wir die drei wichtigsten

Sulphosäuren $\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$, $\overset{\prime\prime\prime}{Bi}$, $\overset{\prime\prime\prime}{As}$

nebst ihren einfachen Verbindungen voran. Sie sind alle drei unter einander isomorph, und spielen als Säuren bei den geschwefelten Metallen entschieden die Hauptrolle, neben welchen etwa noch das Sesquisulfid des Eisens $\overset{\prime\prime\prime}{Fe}$ genannt werden kann. Man analysirt ihre Salze meist mittelst Chlorgas, wie z. B. die Fahlerze. Das wichtigste unter den dreien ist das

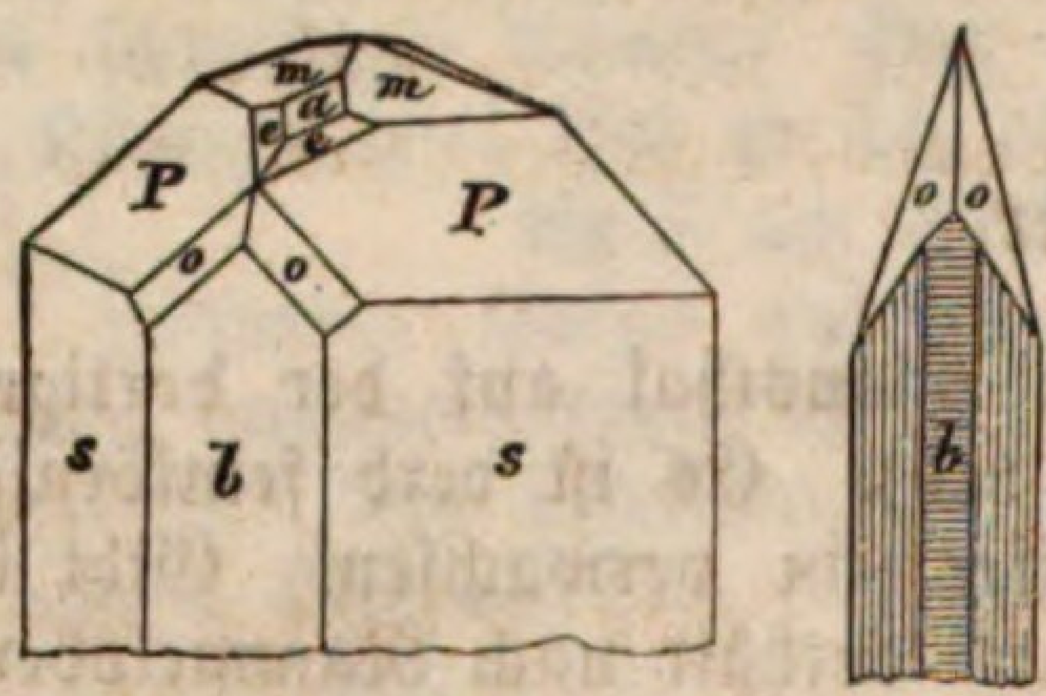
1. Grauspießglanz $\overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.

Die alten Mineralogen nannten es schlechthin Spießglas, an die spießigen Krystalle erinnernd, Stibi Spiesglas Agricola 707. Wegen seiner Heilkräfte war es schon im Alterthum berühmt, als *Στίβι*, *Στίμμι*, Stibium Plinius 33. 33. Erst später wurde der Name Spießglanz oder Stibium auf das Antimonmetall übergetragen pag. 502. Antimonglanz, Antimoine sulfuré, Sulphuret of Antimony.

Zweigliedriges Krystallsystem, aber gute Krystalle selten. Gewöhnlich in langstrahligen Säulen s = a : b : ∞c von 90° 45′, die aber durch Längsstreifen entstellt sind. Das beste Kennzeichen bildet der sehr deutlich blättrige Bruch b = b : ∞a : ∞c, welcher die scharfe Säulen-

kante gerade abstumpft, eine markirte Querstreifung parallel der Axe a (Wolfsberg) deutet auf eine Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b hin. In Ungarn kommen ausgezeichnete Flächen am Ende vor, darunter herrscht das Oktaeder P = a : b : c mit 109° 16′ in der vordern Endkante, 108° 10′ in den seitlichen, und 110° 59′ in den Seitenkanten, folglich

$$a : b = \sqrt{0{,}9327} : \sqrt{0{,}9577}.$$



Darüber liegt ein stumpferes Oktaeder m = a : b : $\frac{1}{3}$c zwar mit glänzenden, aber gekrümmten Flächen. Das auf die scharfe Säulenkante aufgesetzte Paar a = c : 2b : ∞a ist nur klein, und die Kante P/a durch e = a : $\frac{1}{2}$b : $\frac{1}{3}$c abgestumpft, so daß maeP in einer Zone liegen. Interessant ist die Fläche o = a : c : $\frac{1}{2}$b, in o/o die Kante 119° bildend. Bei Wolfsberg dehnen diese sich allein zu einem spitzen Oktaeder aus, wodurch jene ausgezeichnet spießigen Krystalle entstehen.

Bleigrau mit sehr starkem Metallglanz, der an den des Bleiglanzes heranstreift. Milde und gemeinbiegsam, daher die Säulen häufig krumm (Wolfsberg), wie beim Gyps. Härte 2, Gew. 4,6. Gleicht dem Braunmangan pag. 531 äußerlich, schon Agricola 657 (Stibi . . . in Herciniis Ilfeldae) verwechselt es damit. Allein vor dem

Löthrohr schmilzt es außerordentlich leicht, färbt die Flamme deutlich grünlich, und beschlägt die Kohle mit schwerem weißem Antimonoxyd. In offener Glasröhre gibt es anfangs antimonigte Säure ($\ddot{S}b$), später kommt dazu noch Antimonoxyd $\dddot{\bar{S}}b$, während der Schwefel als schweflichte Säure entweicht. Da die $\ddot{S}b$ nicht flüchtig ist, so läßt sich das Sublimat nur theilweis verflüchtigen, was bemerkenswerth ist, da gediegen Antimon in gleicher Weise behandelt nur flüchtiges Antimonoxyd ($\dddot{\bar{S}}b$) gibt.

Grauspießglanz gehört gerade nicht zu den gewöhnlichen Erzen auf Gängen. Einige Hauptgruben sind: Wolfsberg auf dem Unterharz bei Stollberg, Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf und Mobendorf bei Freiberg, Wintropp bei Arensberg in Westphalen in sehr mächtigen reinen strahligen Massen. Kremnitz und Schemnitz in Ungarn, zu Felsöbanya in Siebenbürgen mit gediegenem Gold. Allemont in der Dauphiné, Cornwall in Gängen, welche die von Kupfer und Zinnstein durchsetzen.

Krystalle und blättrige Massen besonders in Ungarn und auf dem Unterharz. Die Krystalle gehen zuletzt in die feinsten Nadeln über, die sich wegen ihrer Milde ähnlich wie Asbestnadeln verfilzen (Federerz). Doch sind viele derselben bleihaltig, und gehören zur Gruppe der Bleispießglanze. Zuletzt geht die Masse ins Feinkörnige bis Dichte über, wie zu Magurka im Liptauer Komitat und Goldkronach auf dem Fichtelgebirge. Doch ist das meist nicht mehr rein.

Das Erz wird vom Gestein ausgesaigert, d. h. beim Erhitzen tröpfelt es von der Gebirgsart ab, und kommt als Antimonium crudum mit krystallinischem Gefüge in den Handel. Der Centner 6—7 fl. werth. Arsenik, Kalium, Eisen verunreinigen es. Die Römer färbten sich mit Stibium die Augenbraunen schwarz, jetzt dient es hauptsächlich zu pharma-

ceutischen Präparaten. Wenn man Schwefelantimon schmilzt und plötzlich erkalten läßt (Pogg. Ann. 31. 579), so geht es in den amorphen Zustand mit röthlich braunem Strich über, von 4,28 Gew. Dasselbe wird aber bei langsamem Erkalten krystallinisch.

Das auf nassem Wege erzeugte $\overset{'''}{\mathrm{Sb}}$ ist rothbraun, man sieht es daher als den amorphen Zustand an. Schmilzt man dasselbe aber in einer Atmosphäre von Kohlensäure, so wird es schwarz wie das wahre Grauspießglanz. Schwefel mit Antimon zusammengeschmolzen gibt wahres Grauspießglanz (Pogg. Ann. 89. 122).

Rothspießglanz $\overset{'''}{\mathrm{Sb}}{}^2\,\dddot{\mathrm{Sb}}$.

Natürlicher Mineralkermes, Antimonblende. Den sächsischen Bergleuten von Bräunsdorf längst bekannt, wo es mit Grau- und Weißspießglanz pag. 558 zusammen vorkommt. Es sind diamantglänzende kirschrothe Nadeln, die nach einer Längsrichtung blättrigen Bruch zeigen. Nach Mohs sollen die Krystalle 2 + 1gliedrig sein. Gypshärte, milde, 4,5 Gew. Schon Klaproth Beitr. III. 178 wies darin Schwefel und Sauerstoff nach, und H. Rose (Pogg. Ann. 3. 454) fand die Formel

$$\overset{'''}{\mathrm{Sb}}{}^2 + \dddot{\mathrm{Sb}} \text{ mit } 69{,}86\ \overset{'''}{\mathrm{Sb}} \text{ und } 30{,}14\ \dddot{\mathrm{Sb}}.$$

Das Spießglanzglas (Vitrum Antimonii), was durch Zusammenschmelzen von Antimonoxyd und Antimonsulfid entsteht, hat wenigstens eine ähnliche rothe Farbe. Der künstliche Mineralkermes soll jedoch nur ein Gemisch von beiden sein, H. Rose Pogg. Ann. 47. 323.

Das nadelförmige Rothspießglanz findet sich besonders schön auf der Neuen Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf bei Freiberg, in Ungarn zu Malaczka, und zu Allemont in der Dauphiné.

Zundererz nannte Werner die verfilzte Faser, welche allerdings lappig und leicht wie Zunder ist. Die Farbe hat einen Stich ins Roth, und das erinnert an Rothspießglanz, aber vor dem Löthrohr bekommt man neben Antimonrauch einen deutlichen Bleibeschlag, so die von Neudorf. Die Oberhärzer von Andreasberg und Clausthal werden nach Hausmann sogar zu den Silbererzen gezählt. Die von den Bleiglanzgängen von Clausthal sind sehr licht roth.

Bleispießglanzerze

kommen eine ganze Reihe vor. Sie bestehen im Wesentlichen aus $\overset{'}{\mathrm{Pb}}$ und $\overset{'''}{\mathrm{Sb}}$, aber in dem mannigfachsten Verhältnisse. Durch ihr Vorkommen schließen sie sich eng an Grauspießglanz an, andererseits an Bournonit, Fahlerz und Bleiglanz.

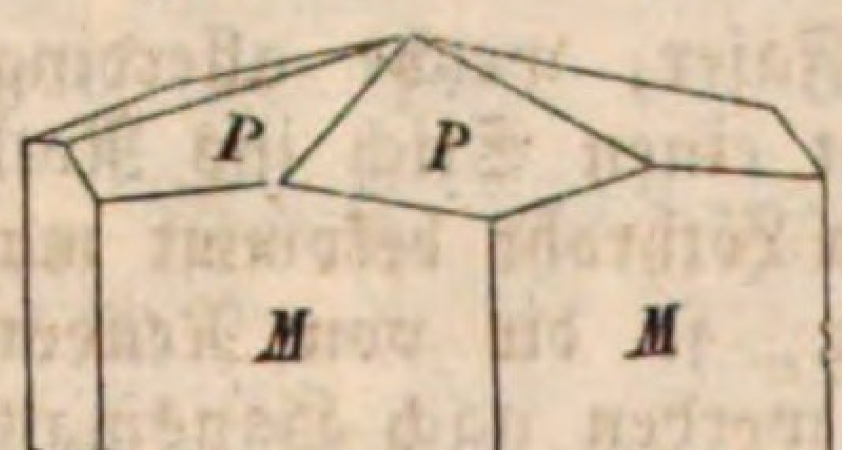
Federerz $\overset{'}{\mathrm{Pb}}{}^2\,\overset{'''}{\mathrm{Sb}}$ mit 49,9 Pb, 30,9 Sb, 19,2 S. Meist in haarförmigen Krystallen von schwärzlich bleigrauer Farbe. Aeußerlich gleichen sie dem Grauspießglanz, auch schmelzen sie eben so leicht, aber geben einen Bleibeschlag. Felsöbanya in Siebenbürgen, Wolfsberg auf dem Unterharz, von diesem zeigte H. Rose (Pogg. Ann. 15. 471) zuerst, daß es wesentlich

Schwefelblei enthalte, während man es bis dahin für Grauspießglanz gehalten hatte, mit dem es zusammen bricht. Neuerlich hat Rammelsberg zu Wolfsberg auch dichtes unkrystallinisches gefunden von Kalkspathhärte und 5,68 Gew. (Pogg. Ann. 77. 240). Im Selkethale unterhalb dem Mägdesprung kam es auch in größern Krystallen vor, die Strahlen zeigten einen blättrigen Querbruch. Rammelsberg möchte es daher lieber Heteromorphit nennen. Von der gleichen Formation ist Damour's

Dufrenoysit $\dot{Pb}^2 \overset{\prime\prime\prime}{As}$ Ann. Chim. Phys. 3 ser. 379 im Dolomit des Binnenthales im Oberwallis mit Schwefelkies und Rauschroth vorkommend. Wurde bisher für Fahlerz gehalten, dem es in Farbe und kleinmuscheligem Bruch gleicht, wiewohl es mehrere undeutliche Blätterbrüche hat. Granatoeder mit Leucitoeder 2a : 2a : a werden angegeben. Gypshärte, milde, der Strich fällt deutlich ins Roth. Gew. 5,55. Vor dem Löthrohr schmilzt es außerordentlich leicht unter Arsenikdämpfen, und zuletzt reducirt sich ein Bleikorn mit gelbem Bleibeschlag. $\dot{Pb}^2 \overset{\prime\prime\prime}{As}$ mit 55,4 Blei, 20,7 As, 22,5 Schwefel, 0,2 Silber, 0,3 Kupfer. Ein interessantes und durch sein Vorkommen leicht erkennbares Mineral. Oefter in strahligen Krystallen.

Querspießglanz $\dot{Pb}^3 \overset{\prime\prime\prime}{Sb}^2$ (Jamesonit Haidinger), 2gliedrige Säulen a : b : ∞c mit 101° 20′, die scharfe Kante durch b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft. Die Gradendfläche c : ∞a : ∞b sehr deutlich blättrig, daher der passende Weiß'sche Name. Stahlgrau bis Bleigrau. Härte 2, Gew. 5,6. Metallglanz. Nach H. Rose Pogg. Ann .8. 99 enthält es 40,7 Pb 22,1 S, 34,4 Sb, 2,3 Fe. Die Eisenreaktion erkennt man an der zurückbleibenden Schlacke, da alles Uebrige sich verflüchtigt. In Cornwallis in großen Mengen, öfter von Bournonit begleitet. Nertschinsk, Estremadura 2c.

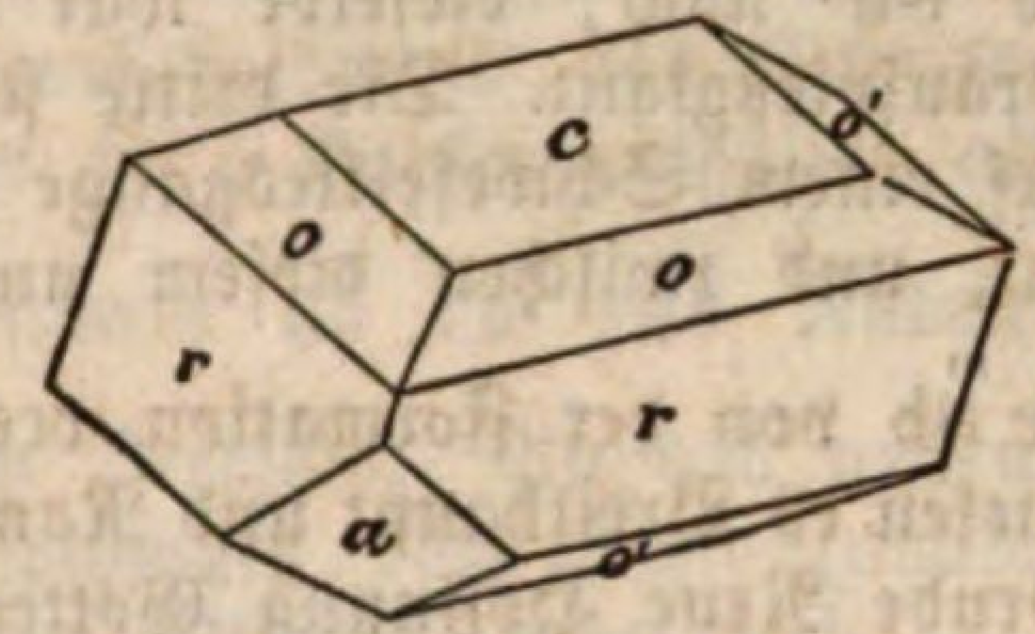
Zinckenit $\dot{Pb} \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$ G. Rose (Pogg. Ann. 7. 91) mit Federerz zu Wolfsberg auf dem Unterharz. In strahligen krystallisirten Bündeln. Scheinbar diheraedrisch. Stark gestreifte reguläre sechsseitige Säulen M von ungefähr 120° endigen mit einem sehr stumpfen Diheraeder zweiter Ordnung von 165° 26′ in den Endkanten. Die Diheraederflächen sind aber unterbrochen gestreift. G. Rose sieht sie daher für Drillinge des 2gliedrigen Systems an, wofür das Aus- und Einspringen der Säulenwinkel allerdings zu sprechen scheint. Kengott hält sie für 2 + 1gliedrig. Farbe Stahlgrau, entschieden lichter als das mitvorkommende Federerz und Grauspießglanz. Reichlich Kalkspathhärte, Gew. 5,3. Vor dem Löthrohr verflüchtigt es sich vollständig mit Antimon- und Bleirauch. Nach H. Rose



$\dot{Pb} \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$ mit 31,8 Pb, 44,4 Sb, 22,6 S, 0,4 Cu.

Die gleiche Formation haben der Myargyrit $\acute{Ag} \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$, Kupferantimonglanz $\acute{€u} \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$ und Berthierit $\acute{Fe} \overset{\prime\prime\prime}{Sb}$.

Plagionit $\dot{Pb}^4 \overset{\prime\prime\prime}{Sb}^3$ G. Rose Pogg. Ann. 28. 421, Zinken's Rosenit, ebenfalls von Wolfsberg. Von πλάγιος schief, weil es sehr schiefflächige



2 + 1gliedrige Krystalle hat. Geht man von den schiefen Axen der oo o'o' aus, so ist o = a : b : c vorn, und o' = a' : b : c hinten, dann stumpft c = c : ∞a : ∞b die Endecke, a = a : ∞a : ∞c die vordere Seitenecke ab; r = a : b : 2c, die Winkel r/r = 120° 49', o/o = 142° 3', o'/o' = 134° 30', c/a vorn = 107° 32'.

a : b : c = 1 : 0,88 : 0,37.

Nur Fläche c ist stark glänzend, und r/r etwas blättrig, aber wie die andern Flächen rauh gestreift. Stahlgrau, kaum lichter als Zinckenit, daher in derben Stücken davon nicht zu unterscheiden. Kalkspathhärte, Gew. 5,4. Vor dem Löthrohr verflüchtigt er sich ebenfalls vollständig. Nach H. Rose 40,5 Pb, 37,9 Sb, 21,5 S, was zur Formel $\dot{P}b^4 \dddot{S}b^3$ führt.

Grauspießglanz, Federerz, Zinckenit und Plagionit kommen zu Wolfsberg zusammen mit Bournonit vor. Letzterer verflüchtigt sich nicht vollständig, woran man ihn leicht unterscheidet.

Boulangerit $\dot{P}b^3 \dddot{S}b$ von Molières Dep. Gard (Pogg. Ann. 36. 484). Die derben Massen von schwärzlich bleigrauer Farbe neigen sich zum seidenartigen Metallglanz. Kalkspathhärte, Gew. 6. Die reinen Massen verflüchtigen sich vollständig. Es kommt in bedeutenden Mengen vor 35 $\dddot{S}b$, 62,1 $\dot{P}b$, 1,9 Schwefeleisen, 1,1 Schwefelkupfer. Zincken fand ihn auch bei Wolfsberg in schwarzgrauen fasrigen Massen, Thaulow zu Nasafjeld in Lappland auch in bleigrauen faserigen Massen, Pogg. Ann. 41. 216. Derselbe schlug den Namen Boulangerit vor. Verworren faserig wie Graubraunstein zu Nertschinsk (Pogg. Ann. 46. 281). Die chemische Formation stimmt mit Rothgülden $\dot{A}g^3 \dddot{S}b$.

G e o k r o n i t (*γη* Erde, *χρονος* Saturn, Pogg. Ann. 51. 535) $\dot{P}b^5 (\dddot{S}b, \dddot{A}s)$ von Sala, auf den dortigen Silbergruben, wie Fahlerz aussehend, Gew. 5,88. K i l b r i c k e n i t von Kilbricken in England $\dot{P}b^6 \dddot{S}b$. Der

S t e i n m a n n i t pag. 584 von Przibram in krummflächigen regulären Oktaedern ist dagegen nur ein von Antimonsulphür verunreinigter Bleiglanz.

Eisenspießglanzerze $\dot{F}e^x \dddot{S}b^y$

kommen viel seltener vor. Man faßt sie bis jetzt unter Haidinger's Namen

Berthierit (Pogg. Ann. 11. 478) zusammen. Die ersten Anzeichen fanden sich auf einem Gange von Chazelles in der Auvergne, verworren blättrig wurden sie für Spießglanz gehalten, der in jenen Gegenden viel gewonnen wird, allein der matte Regulus wollte keinen Absatz finden, woran das Schwefeleisen die Schuld trug. Das Erz ist dem Grauspießglanz sehr ähnlich, hat aber nach Berthier die Formel $\dot{F}e^3 \dddot{S}b^2$. Später wies Berthier auf der Grube Marturet bei Chazelle eine zweite Verbindung

$\dot{F}e^3 \overset{'''}{S}b^4$ nach, dieselbe war homogen und weniger lebhaft glänzend als Grauspießglanz. Die dritte stammt von Anglar (Dep. la Creuse), kommt auf einem Schwefelkiesgange vor, der nach innen reines Grauspießglanz hat, und zwischen diesem und dem Schwefelkies lagert unser Mineral $\dot{F}e \overset{'''}{S}b$ von der Formation des Zinckenits (Pogg. Ann. 29. 458). Später wiesen es Breithaupt und Rammelsberg (Pogg. Ann. 40. 153) auch auf der Grube Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf bei Freiberg und Pettko zu Arang-Idka in Oberungarn nach, so daß man sich jetzt gewöhnt hat, den

Berthierit von Bräunsdorf $\dot{F}e \overset{'''}{S}b$ mit 58,5 Sb, 12,3 Fe, 29,2 S nebst einem kleinen Mangan- und Zinkgehalt, die das Eisen ersetzen, als die normale Species anzusehen. Es sind schmalstrahlige bis faserige Massen von dunkel stahlgrauer Farbe, wie beim Grauspießglanz scheint ein blättriger Längsbruch zu herrschen. Läuft gern etwas gelblich an. Härte 2—3, Gew. 4. Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht unter Antimonrauch und hinterläßt eine magnetische Schlacke.

Hier würden sich dann weiter Kupferspießglanzerze, Silberspießglanzerze anschließen lassen.

2. Wismuthglanz $\overset{'''}{B}i$.

Zwar viel unwichtiger, als Grauspießglanz, bildet aber dennoch eine Reihe ähnlicher Verbindungen. Für Wismuthgewinnung spielt er keine Rolle. Das Vismutum sulphure mineralisatum von Bastnäs bei der Ritterhütte kennt schon Cronstedt §. 222. Wallerius nannte es Galena Wismuthi, aber erst Werner gab ihm den passenden Namen, doch wurde anfangs viel darunter verwechselt. Bismuth sulfuré, Sulphuret of Wismuth.

2gliedrig und isomorph mit $\overset{'''}{S}b$ (Phillips Pogg. Ann. 11. 476). In Cornwall kommen kleine meßbare Krystalle in stark gestreiften geschobenen Säulen von 91° vor, deren scharfe Kante durch einen deutlichen blättrigen Bruch gerade abgestumpft wird, also wie beim Grauspießglanz pag. 594. Durch Zusammenschmelzen von Schwefel und Wismuth kann es leicht künstlich erhalten werden, Phillips maß auch solche künstliche Krystalle, aber kaum von der Dicke eines Menschenhaares, es waren 8seitige Säulen, die mit den natürlichen in ihren Winkeln übereinstimmten.

Sehr licht bleigrau, aber leicht etwas gelblich anlaufend. Metallglanz. Härte 2, milde, Gew. 6,5.

Vor dem Löthrohr schmilzt er sehr leicht, die Kugel kocht und spritzt und gibt einen gelben Beschlag von Wismuthoxyd. Die übrigbleibende Schlacke reagirt gewöhnlich auf Eisen und Kupfer. Das von der Bastnäsgrube mit Cerit vorkommende hat nach H. Rose (Gilbert's Ann. 72. 191) 81 Bi, 18,7 S, was ziemlich gut mit $\overset{'''}{B}i$ stimmt. In der Reinerzau (würtembergischer Schwarzwald) kam er früher in groben krystallinischen Strahlen eingesprengt im grünen Flußspath vor. Zu Biber in Hessen finden sich glänzende Nadeln haufenweis in kleinen Drusenräumen des Zechsteins. Uebrigens muß man sehr vorsichtig sein, das Mineral nicht mit Kupfer-

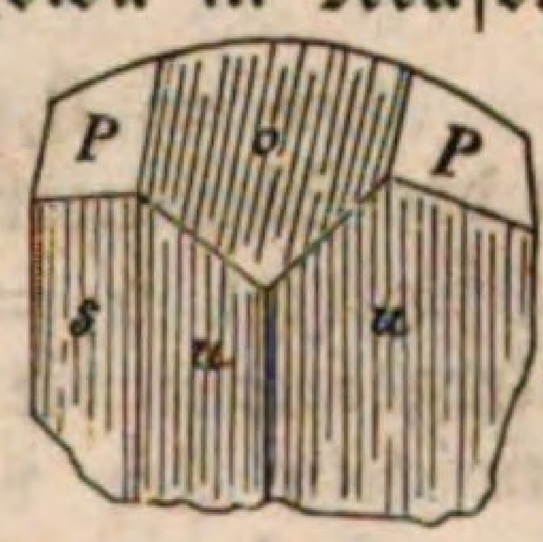
wismuth zu verwechseln. So hielt man bisher die schmalen Strahlen im Hornstein des Erzgebirges für einfaches Schwefelwismuth, bis Schneider (Pogg. Ann. 90. 171) bewiesen hat, daß es 18,7 Kupfer enthalte, also $\overset{'}{\mathrm{Cu}}\,\overset{'''}{\mathrm{Sb}}$ sei. Als Schwefelwismuthhaltig erinnere ich an das Nadelerz $\overset{'}{\mathrm{Cu}}{}^3\,\overset{'''}{\mathrm{Bi}} + 2\,\overset{'}{\mathrm{Pb}}{}^3\,\overset{'''}{\mathrm{Bi}}$ aus den Goldgängen von Beresow. An das undeutliche Wismuthsilber und das seltene Kupferwismuth vom Schwarzwalde. Nickelwismuthglanz pag. 581. Siehe gediegen Wismuth pag. 501.

3. Rauschgelb.

„Von denen Krämern und Mahlern Rauschgeel genennet.“ Risigallum Wallerius Mineralog. Species 222. Stammt aus der italienischen Benennung rosso gelo (rothes Glas), weil man vorzugsweise das rothe einfache Schwefelarsenik ArS darunter verstand. Es ist schon im hohen Alterthum gekannt. Das mineralogisch interessantere ist das

Gelbe Rauschgelb $\overset{'''}{\mathrm{As}}$, schlechthin Rauschgelb, Auripigmentum Plin. 33. 22 quod in Syria foditur pictoribus in summa tellura, auri colore, sed fragili, lapidum specularium (Gyps) modo. Daraus verstümmelt Operment. Arsenik sulfuré jaune.

Zweigliedrig, von Mohs zuerst richtig erkannt. Kleine zum Linsenförmigen sich neigende Krystalle kommen in einem dunkeln Thon, der Stücke von grauem Dolomitsande einwickelt, von Tajowa in Neusohl in Niederungarn häufig vor. Man darf den Thon nur in das Wasser legen, so fallen knollige Drusen heraus, die Streifung und der geringe Glanz der Fläche lassen jedoch nur eine annähernde Bestimmung zu. Gewöhnlich herrscht eine stark längsgestreifte Säule s = a : b : ∞c, die nach dem Augenmaß von einem rechten Winkel nicht stark abweicht. Am freien Ende ist das Oktaeder P = a : b : c gerade aufgesetzt, dessen vordere Endkante durch o = a : c : ∞b (83° 37′) stark, häufig bis zum Verschwinden von P, abgestumpft wird. Dieses zugehörige Paar ist ebenfalls parallel der Kante a : c stark gestreift, und da sich auch zwischen P/o noch Abstumpfungsflächen einstellen, so erzeugt sich ein Anfang von linsenförmiger Krümmung. In der Säulenzone gibt Mohs noch die Flächen u = a : 2b : ∞c an, mit 117° 49′ in der vordern Säulenkante, daraus würde s/s 79° 20′ im vordern Säulenkantenwinkel folgen, was nicht sehr vom Grauspießglanzwinkel abweicht. Aber Mohs gesteht selbst zu, daß es nur rohe Näherungswerthe seien. Am wichtigsten ist der ausgezeichnete Blätterbruch b = b : ∞a : ∞c, so deutlich als beim Gyps, und in den kleinen Krystallen einen starken innern Lichtschein erzeugend. Er ist quer gestreift (parallel der Axe a) wie beim Grauspießglanz. Besonders schön kann man diesen Blätterbruch bei den derben Stücken, die aus Persien stammen sollen (Kurdestan, Ritter Erdkunde XI. 634), darstellen.

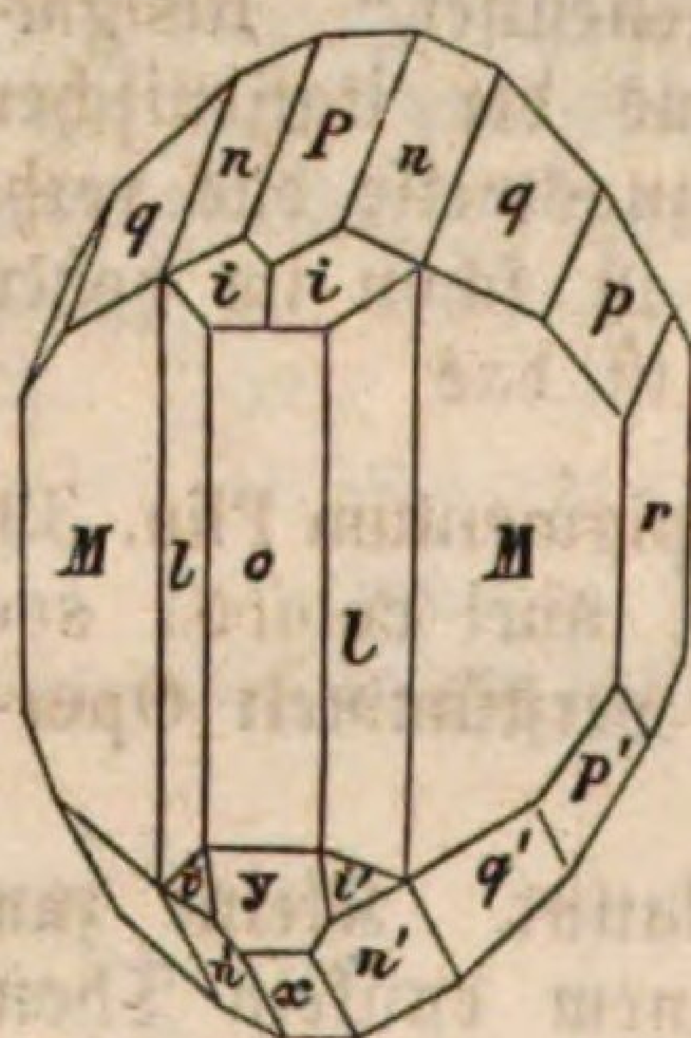


Ausgezeichnet citronengelb, mit Perlmutterglanz, hochgelbem Strich, daher zu Malerfarbe tauglich Blättchen und selbst dickere Platten scheinen stark durch, aber wirken nicht sonderlich auf das Dichroskop. Härte 1—2, milde und gemein biegsam, Gew. 3,5.

Vor dem Löthrohr entzündet er sich leicht, und brennt mit weißlicher Flamme unter Entwickelung von schwefliger und arseniger Säure fort. Die ältern Chemiker hielten ihn für das schwefelärmere, bis Klaproth (Beiträge V. 234) das Gegentheil bewies. Derselbe fand 62 As und 38 S, was ungefähr der Formel $\dddot{As}$ entspricht, welche 61 As und 39 S fordert. Es ist seltener als das

Rothe Rauschgelb $\dot{As}$, Rauschroth, Realgar, *σανδαρακη* schon von Aristoteles erwähnt, Plin. 35. 22, Rubinschwefel, weil er fast so leicht als Schwefel brennt.

Zwei- und eingliedrig, Schöne Krystalle brechen auf den Erzgängen von Nagyag, Kapnik und Felsöbanya. Sie sind öfter sehr complicirt, aber schon von Hauy richtig erkannt, obgleich gute Exemplare nicht zu den gewöhnlichen Erfunden gehören. Die Säule M = a : b : ∞c macht vorn 74° 26′, sie ist nur versteckt blättrig. Die matte Schiefendfläche P = a : c : ∞b vorn in P/M = 104° 12′, ist folglich 66° 5′ gegen Axe c geneigt. Die hintere Gegenfläche x = a′ : c : ∞b, hinten in x/M = 99° 52′, ist folglich 73° 33′ gegen c geneigt. Daraus folgt vorn der Axenwinkel a/c = 94° 14′ und



$$a : b : k = 2{,}7066 : 2{,}0557 : 0{,}2003 = \sqrt{7{,}3257} : \sqrt{4{,}2258} : \sqrt{0{,}04014}$$

$$lga = 0{,}4324246,\ lgb = 0{,}3129523,\ lgk = 9{,}3017757.$$

In der Säulenzone ist die scharfe Säulenkante stets durch l = a : 2b : ∞c zugeschärft; o = a : ∞b : ∞c und r = b : ∞a : ∞c gewöhnlich nur untergeordnet die Säulenkanten abstumpfend. Bei complicirten Krystallen entwickeln sich vor allem die Diagonalzonen von P und x stark: vorn n = a : b : c und hinten n′ = a′ : b : c: unter n folgt q = a : ½b : c und q′ = a′ : ½b : c. Schon Phillips gibt noch ein drittes Paar p = a : ⅓b : c und p′ = a′ : ⅓b : c an. Vorn in Kante P/l und n/n′ liegt i = b : c : ⅓a, oft sehr ausgedehnt. Hinten nicht selten eine dreifach schärfere y = a′ : 3c : ∞b, in deren Diagonalzone i′ = b : c : ⅓a′, das Gegenstück von i, fällt, so daß zwischen Hinten und Vorn eine auffallende Symmetrie herrschen würde, wenn alle Flächen da sind.

Morgenrothe Farbe, ein wenig ins Gelbe gehend, pommeranzengelber Strich. Diamantglanz mit großer Durchscheinenheit. Ausgezeichneter kleinmuscheliger Bruch, da die Blätterbrüche versteckt liegen. Gypshärte, Gew. 3,5.

Vor dem Löthrohr entzündet er sich noch leichter als das gelbe Rauschgelb und brennt mit weißlicher Flamme fort. Einfaches Schwefelarsen

$\dot{As}$ mit 70 As und 30 S.

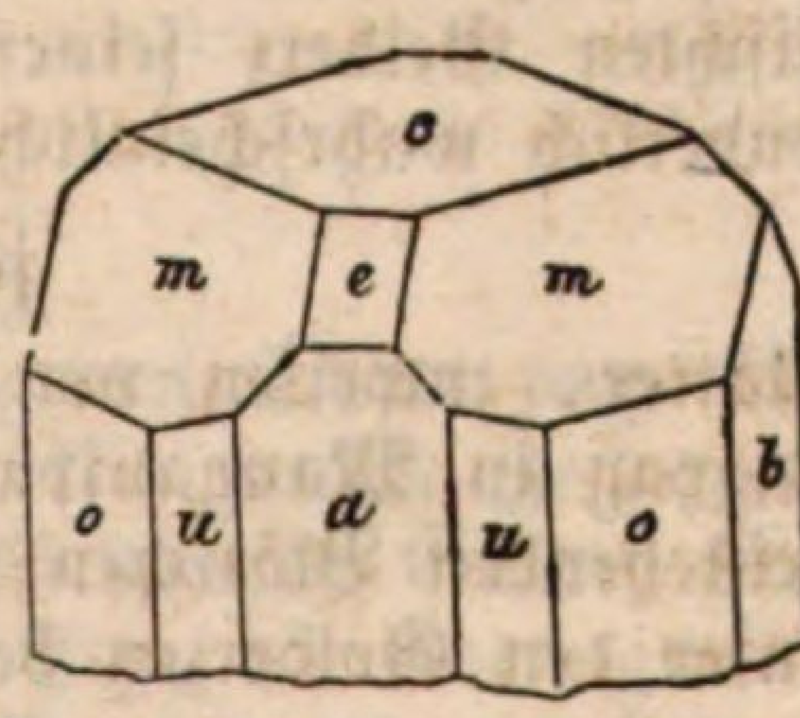
Man schreibt es auch wohl $\ddot{As}$. Die Krystalle zerfallen im Sonnenlicht nach längerer Zeit zu Pulver, man muß sie daher im Finstern aufbewahren.

Schmilzt man Arsenik mit Schwefel zusammen, so bekommt man eine

glasige Masse, die dem derben Realgar zwar ähnlich sieht, aber ein geringeres Gewicht (3,3 bis 3,2) und reichlich Kalkspathhärte hat. An der Härte allein kann man das künstliche schon leicht unterscheiden (Hausmann Pogg. Ann. 79. 315). Da es zum Entfärben des Glases dient und mit Salpeter und Schwefel gemischt zu dem blendenden indianischen Weißfeuer benützt wird, so kommt es in Handel. Das natürliche unterscheidet sich namentlich auch dadurch, daß es geschmolzen sehr leicht wieder krystallisirt. Das gelbe Rauschgelb $\dddot{A}s$ geht dagegen in einen völlig amorphen Zustand über, und gleicht insofern der arsenigen Säure $\ddot{A}s$ pag. 559.

Beide, gelbes und rothes Rauschgelb, kommen in der Natur wohl zusammen vor, wie z. B. im Thon von Tojawa in Ungarn. Das rothe findet man jedoch gewöhnlicher auf Erzgängen vereinzelt in Gesellschaft von Grauspießglanz: Nagyag, Kapnik, Felsöbanya, Joachimsthal 2c. Auch zu Wittichen und Markirchen kam es früher vor, zu Wolfsberg auf dem Unterharze in Grauspießglanz eingesprengt. Auffallend sind die schön rothen Körner im schneeweißen Dolomit im Binnenthal (Wallis), wo auch das gelbe selten; im Gyps von Hall in Tyrol. Endlich ist es auch ein Produkt der Vulkane, z. B. des Vesuv und Aetna. Die feinen Spalten der Fumarolen in der Solfatara der phlegräischen Felder sind mit Realgarkrystallen ausgekleidet, darauf finden sich kleine, durchsichtige, gelbe, sehr zerbrechliche Krystalle, die Scacchi

Dimorphin nennt (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 55. 54), ihr Strich ist oraniengelb, aber es fehlt der blättrige Bruch des gelben Rauschgelbs, Gew. 3,58. Es sind zweigliedrige Formen: Oktaeder m = a : b : c 111° 10′ in den vordern und 119° 14′ in den seitlichen Endkanten; o = a : b : ∞c hat 83° 40′ in der vordern Säulenkante; e = a : c : ∞b, u = a : 2b : ∞c, c = c : ∞a : ∞b, a = a : ∞b : ∞c, b = b : ∞a : ∞c. Daraus folgt das Arenverhältniß a : b = 1,287 : 1,153. Damit kommt noch eine ganz ähnliche Form vor, aber mit den Aren a : b = 1,658 : 1,508, die



respektive $\frac{9}{7}$mal größer sind bei gleicher Are c. Das wäre ganz etwas Aehnliches als beim Humit pag. 220, doch bedarf das Ganze wohl noch sehr der Bestätigung. Jedenfalls ist es eine sehr ungewöhnliche Sache. Es soll $\dddot{A}s$ sein, aber auch das ist noch nicht sicher, die zweigliedrige Form würde eher für einfach Schwefelarsenik sprechen.

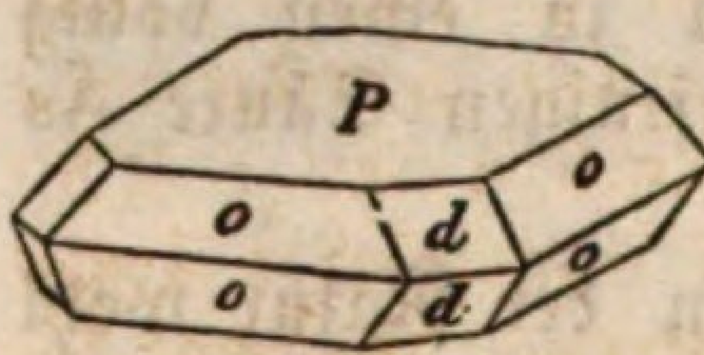
Golderze.

Spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle pag. 470. Sie finden sich auf Gängen mit gediegenem Golde auf dem Ungarisch-Siebenbürgischen Erzgebirge, wo sie schon längst auf Gold verwerthet, aber doch erst durch Klaproth Beitr. III. 1 chemisch näher bekannt geworden sind. Petz in Pesth (Pogg. Ann. 57. 467) hat die Analysen wiederholt.

Blättererz.

Klaproth Beitr. III. 26 von Nagyag in Siebenbürgen, daher auch von Werner schlechthin Nagyager-Erz genannt. Die Bergleute nennen es blättriges Graugolderz, Hausmann's Blättertellur, Tellure natif auro-plumbifère, Black Tellurium.

4gliedrig, aber meßbare Krystalle selten. Es herrscht stets der ausgezeichnete Blätterbruch P = c : ∞a : ∞a. Phillips bildet beistehenden Krystall ab, worin die Seitenkanten des Oktaeder o = a : a : c 140°, folglich die Endkanten 96° 43′ machen. Dazu kommt noch das nächste stumpfere Oktaeder d = a : c : ∞a. Dieselbe Combination hat auch Haidinger (Handbuch best. Miner. pag. 566) und Naumann aber mit Winkeln von 122° 44′ in den Seiten- und 103° 17′ in den Endkanten, was einem Oktaeder d : a : $\frac{2}{3}$c entsprechen würde. Es wäre aber auffallend, daß die beiden gleichen Combinationen mit den Winkeln von Phillips und Haidinger neben einander ständen.



Farbe schwärzlich bleigrau, Metallglanz, aber nicht sonderlich stark glänzend. Gemein biegsam, milde und schreibend, daher an Molybdän pag. 582 erinnernd, aber nicht so krummblättrig. Härte 1—2, Gew. 7,2.

Vor dem Löthrohr schmilzt es sehr leicht, gibt einen ausgezeichneten gelben Bleibeschlag, und hinterläßt sogleich ein kleines Goldkügelchen, welches man mit dem Messer auf dem Ambos ausplatten und leicht erkennen kann. Klaproth fand 54 Pb, 32,2 Te, 9 Au, 0,5 Ag, 1,3 Cu, 3 S. Berthier (Pogg. Ann. 28. 401) wies darin noch 4,5 Antimon nach. Nach Petz variirt der Goldgehalt zwischen 6,5—8,5 p. C., was im beigemischten Gelberz seinen Grund haben soll. Berzelius schlug die nicht sonderlich wahrscheinliche Formel

$$\dot{P}b^9 \, \dddot{S}b + \dot{P}b^9 \, Au \, Te^6 \text{ vor.}$$

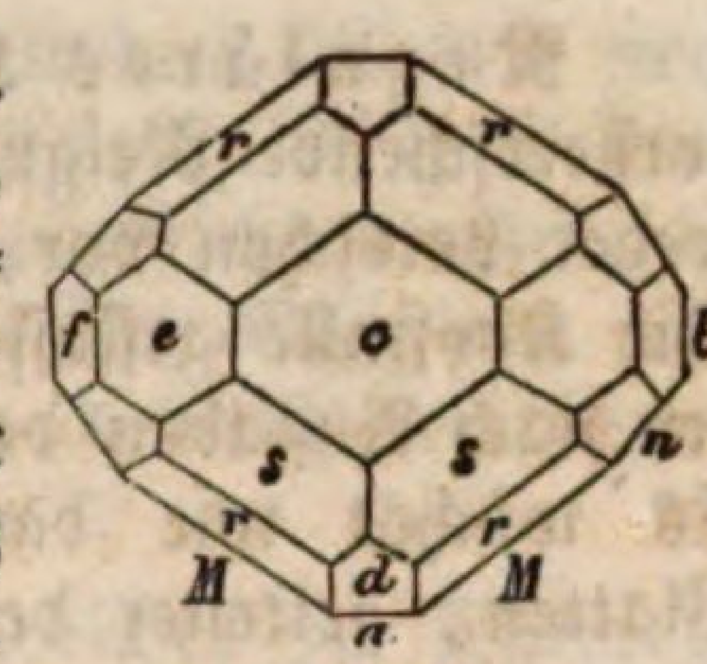
Blätter, zuweilen von quadratischem oder 8seitigem Umriß, kommen zu Nagyag in Manganspath eingesprengt oder in dessen Drusenräumen in freistehenden Blättchen vor. Seltener zu Offenbanya mit Grauspießglanz. Unter den Golderzen bei weitem das häufigste.

Gelberz Klaproth Beitr. III. 20, Weißsylvanerz oder Weißtellurerz, begreift das mit Blättererz zu Nagyag vorkommende Golderz von silberweißer Farbe, aber gern gelb anlaufend. Es zeigt öfter einen deutlich blättrigen Bruch, wiegt in den reinsten Stücken 8,33. Klaproth fand 44,75 Te, 26,75 Au, 19,5 Pb, 8,5 Ag. Petz (Pogg. Ann. 57. 475) bestätigt wenigstens den größern Goldreichthum, macht aber auf die Schwierigkeit des sichern Erkennens aufmerksam, und glaubt, daß die reinsten Abänderungen geradezu Schrifterz seien. Cottonerz. Phillips beschreibt 2gliedrige Krystalle von 105° 30′ in der Säule.

Schrifterz.

Das längst bekannte aurum graphicum auf verwittertem Porphyr der Franciscus-Grube zu Offenbanya. Schrifttellur, Sylvanit.

2gliedrig. Gute Krystalle sind zwar sehr selten, doch beschreibt Brooke



Mineral. 135 beistehendes ausgezeichnetes Individuum. Eine geschobene Säule M = a : b : ∞c 110⁰ 48′, ihre scharfe Kante wird durch den deutlichen Blätterbruch b = b : ∞a : ∞c gerade abgestumpft; c = c : ∞a : ∞b, a = a : ∞b : ∞c; zwei Oktaeder über einander r = a : b : c und s = a : b : $\frac{1}{2}$c; drei Paare d = a : c : ∞b (mit 96⁰ 56′ in c), e = b : c : ∞a, f = b : 2c : ∞a, i = a : $\frac{1}{3}$b : $\frac{1}{2}$c und n = 2a : b : ∞c. Phillips gibt wieder andere Winkel an, weil die Kleinheit der Krystalle keine scharfe Bestimmung zuläßt. Gewöhnlich finden sich strahlige Krystalle mit einem deutlichen Blätterbruch, welche sich hin und wieder ungefähr unter 120⁰ schneiden. Häufig spiegeln die blättrigen Brüche der verschiedenen Strahlen ein, man hat seine Ablagerung sonderbarer Weise mit Schriftzügen verglichen.

Silberweiß ins Stahlgraue, besonders auf dem blättrigen Bruch. Sonst die Krystalle mit einem schwarzen Mulm bedeckt. Härte 2, etwas milde, Gew. 8,3.

Vor dem Löthrohr schmilzt es so leicht als Blättererz, gibt aber keinen gelben Bleibeschlag, als Rückstand bleibt ein bedeutendes Korn von Silbergold. Klaproth fand 60 Tellur, 30 Au, 10 Ag. Petz in den reinsten 59,97 Te, 26,97 Au, 11,47 Ag, 0,76 Cu, 0,25 Pb, 0,58 Sb. Petz stellt die Formel Ag Te + 2 Au Te^3 auf, welche sich vielleicht in (Au, Ag) Te^2 vereinfachen läßt, da Silber und Gold isomorph zu sein pflegen. Es würde dann mit Tellursilbergold (Au, Ag) Te pag. 507 von Nagyag in einfachster Beziehung stehen. Wie überhaupt die Tellurerze an die Golderze sich auf das engste chemisch anschließen.

Silbererze.

Sie sind für den Bergbau nebst dem gediegenen Silber pag. 475 und Hornerz pag. 422 die wichtigsten, und daher seit langer Zeit wohl gekannt. Der Bergmann gab ihnen längst den Beinamen Gülden oder Giltigerz, „rodt guldenertz“ bei Agricola 703, also Erze, die einen großen Werth haben. Vor dem Löthrohr sind sie in der Regel durch ein Silberkorn erkennbar, was man auf Kohle aus ihnen reducirt. Sie brechen meist in Gesellschaft gediegenen Silbers. Andreasberg auf dem Harz, der Himmelsfürst bei Freiberg, die alten Schwarzwälder Gruben im Kinzigthale 2c. sind berühmte Fundorte.

1. Glaserz Ág.

Argentum rude plumbei coloris Glas ertz Agricola 692 und 703: cultro diffinditur perinde ac plumbum, atque dentibus compressum dilatatur. Der Name läßt sich nicht gut erklären, daher wollte ihn schon Henkel in den noch unpassenderen Glanzerz umgeändert wissen, und Klaproth Beitr. I. 158 nannte es Silberglanzerz. Weichgewächs der Ungarischen Bergleute. Mine d'argent vitreuse R. de l'Isle Cristall. III. 440. Argent sulfuré, Sulphuret of Silver.

Reguläres Krystallsystem, doch zeigt es wie das Silber keine vorherrschende Neigung zum Krystallisiren, Würfel, Oktaeder und Granatoeder herrschen vor, aber auch das Leucitoeder a : a : ½a trifft man an. Die Krystalle geflossen und gebogen, auch hebt sich der blättrige Bruch, der nach Angaben dem Würfel und Granatoeder folgen soll, nicht hervor. Es wächst wie das gediegene Silber in Drähten, Zähnen, Blechen, Platten, seltener dendritisch. Auch mögen diese nachahmenden Gestalten öfter Afterbildungen von gediegenem Silber sein.

Farbe schwärzlich bleigrau, oft durch Silberschwärze noch schwarz anlaufend. Geschmeidig wie Blei, hat daher einen glänzenden Strich, und läßt sich schneiden, hämmern und prägen. König August von Polen ließ daher aus dem sächsischen Glaserz Denkmünzen mit seinem Bildnisse prägen. Härte 2—3, schneidet sich daher etwas schwerer als Blei, Gew. 7,2.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht und reducirt sich nach einiger Zeit zu einem Silberkorn, namentlich auf Zusatz von Soda. Schon Klaproth gab darin 85 Silber und 15 Schwefel an, die Formel Ag S würde 87 Silber und 13 Schwefel verlangen.

Der Schwefel hat zum Silber eine große Verwandtschaft, einfach durch Zusammenschmelzen des Schwefels mit Silber kann man ein Sulfuret bereiten, was ganz die Beschaffenheit des Glaserzes hat, auch aus Silberoxydsalzen gibt Schwefelwasserstoff einen schwarzen Niederschlag von Silbersulfuret. Daraus ist dann auch leicht das Vorkommen des gediegenen Silbers mit Glaserz erklärlich pag. 476.

Auf Gängen und besonders Gangkreuzen. Freiberg, Himmelsfürst, Alte Hoffnung Gottes, Neuer Morgenstern. Auf letzterer Grube die schönsten Krystalle und gestrickten Formen. Schneeberg, Joachimsthal. In Ungarn in ausgezeichneten derben Massen mit einer dünnen Kupferkiesschicht überzogen und Eindrücken von Bergkrystall auf dem Stephansschacht bei Schemnitz, zu Kremnitz mit gediegenem Gold. Auf der Grube Wenzel auf dem Schwarzwalde in Blechen und Platten zwischen Schwerspath. Mexiko und Peru ꝛc. ꝛc.

Silberschwärze heißt die erdige, zerreibliche, häufig schon durch Antimon und Arsenik (Sprödglaserz) verunreinigte Masse, sie bepudert die Drusenräume oder schwärzt auch lichte Gesteine. Im 2gliedrigen Silberkupferglanz von Schlangenberg scheint Ag S das Cu^2 S zu vertreten, darnach würde das einfache Schwefelsilber dimorph sein. Was aber bei der Sache auffällt, ist, daß 2 Atom Kupfer mit einem Atom Silber isomorph und isodimorph sein sollen. Nun könnte man zwar das Atomgewicht des Kupfers verdoppeln (also statt 32 die Zahl 64 setzen pag. 130, oder was auf dasselbe hinauskommt, die Zahl des Silbers halbiren (54 statt 108 schreiben): im ersten Falle erhielte man Cu S = Ag S, im zweiten Ɛu S = Ag S. Allein das erlauben die Sauerstoffverbindungen nicht: denn Silberoxyd $\dot{Ag}$ ist mit Natron $\dot{Na}$ isomorph, wie die schönen zweigliedrigen luftbeständigen Krystalle von unterschwefelsaurem Silberoxyd und unterschwefelsaurem Natron (Pogg. Ann. 7. 191) beweisen pag. 461. $\dot{Na}$ ist aber bei den Zeolithen mit $\dot{Ca}$ und diese bei dem Uranglimmer pag. 412 und andere mit $\dot{Cu}$ isomorph, so daß also nach den bis heute angenommenen Atomzahlen Ɛu mit $\dot{Ag}$ isomorph ist.

G. Rose (Kryst. chem. Mineral. pag. 21) setzt mit dem Glaserz noch Bleiglanz pag. 583, Selenblei pag. 586, Manganblende pag. 574, Tellursilber und Tellurblei pag. 507 isomorph, da sie alle gleiche atomistische Zusammensetzung bei regulärer Krystallform haben. Der Bleiglanz und seine Verwandten entfernen sich freilich durch ihren deutlich blättrigen Bruch, auch das

Selensilber Ag Se (Pogg. Ann. 14. 471), welches bei Tilkerode kleine schmale Gänge im Selenblei bildet, ist nach drei auf einander folgenden rechtwinkligen Richtungen vollkommmen spaltbar. Eisenschwarz, Härte 2—3, Gew. 8. Weniger geschmeidig als Glaserz. Die unvollständige Analyse gab 65,5 Ag, 4,9 Pb, 24 Se.

2. Sprödglaserz $\dot{Ag}^6 \dddot{Sb}$.

Die Bezeichnung sächsischer Bergleute (Röschgewächs). Denn es ist zwar sehr milde, aber viel weniger geschmeidig als Glaserz, dem es äußerlich sehr gleicht und womit es gewöhnlich zusammen vorkommt. Argentum rude nigrum Gedigen schwarz ertz Agricola 703, daher Argent noire Romé de l'Isle Crist. III. 467, Schwarzgülden (Melanglanz). Schon die alten Mineralogen sahen es richtig als ein Mittelding zwischen Glaserz und Rothgülden an, was auch die Analyse von Klaproth Beiträge I. 162 bestätigte, der es sprödes Silberglanzerz nennt.

2gliedrige Krystalle. Säule M = a : b : ∞c 115° 39′, deren scharfe Kante h = b : ∞a : ∞c gerade abstumpft. Durch Vorherrschen der Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b werden die Krystalle tafelartig, und dem Kupferglas ähnlich. Das Oktaeder o = a : b : c in der vordern Endkante 130° 16′ mit dem Paare i = b : 2c : ∞a (72° 12′ in c) gleichen einem Dihexaeder; f = 2a : 2b : c. Zwillinge haben die Säule M gemein und liegen umgekehrt. Kein deutlich blättriger Bruch.



Farbe und Strich eisenschwarz, opak, Metallglanz nicht sonderlich stark. Härte 2—3, milde und gibt noch kein rechtes Pulver, Gew. 6,27.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, gibt nur schwachen Antimonrauch, und bald ein weißes Silberkorn. H. Rose (Pogg. Ann. 15. 474) fand 68,5 Ag, 0,6 Cu, 14,7 Sb, 16,4 S, was der Formel

$$6 \text{ Ag S} + \text{Sb}^2 \text{ S}^3$$

entspricht. Dasselbe stammte von Schemnitz, wo es als Röschgewächs nebst Glaserz (Weichgewächs) das hauptsächlichste Silbererz bildet. Freiberg, Joachimsthal, Przibram rc. Wenn es nicht deutlich krystallisirt ist, so kann es leicht verkannt werden, weil es sich oft innig mit Glaserz und Rothgülden verbindet.

Polybasit Rose Pogg. Ann. 15. 573 (Eugenglanz Brth.), wegen seiner Aehnlichkeit mit Sprödglaserz von jeher damit verwechselt. Allein G. Rose zeigte, daß die sechsseitigen Tafeln von Guanaruato und Durango in Meriko dem 3 + 1axigen Systeme angehören, denn die Seitenflächen schneiden sich unter 120°. Wie beim Eisenglanz ist die versteckt blättrige Gradendfläche stark gestreift parallel der Kanten eines gleichseitigen Dreiecks, was auf ein Rhomboeder deutet, das nach Breithaupt 84° 48′ in

den Endkanten hat. Kommt das Gegenrhomboeder hinzu, so entsteht ein Dihexaeder mit 129° 32′ in den Endkanten.

Farbe und Strich eisenschwarz, milde. Im reflektirten Sonnenlicht scheinen die Blätter der Gradendfläche mit der Farbe des Rothgülden durch. Milde. Härte 2—3, Gew. 6,2.

Vor dem Löthrohr schmilzt es außerordentlich leicht, leichter als Sprödglaserz, und gibt zuletzt ein kupferhaltiges Silberkorn. Im Wesentlichen ist es

$$9\ Ag\ S + Sb^2\ S^3,$$

allein ein Theil des Silbers wird durch Kupfer und ein Theil des Antimons durch Arsenik ersetzt, so daß die allgemeine Formel lautet:

$$(\overset{'}{Ag}, \overset{'}{\mathrm{Cu}})^9\ (\overset{'''}{Sb}, \overset{'''}{As})$$

Der Polybasit von Schemnitz (Pogg. Ann. 28. 158) hatte 72,4 Ag, 3 Cu, 6,2 As, 0,25 Sb; von Freiberg 70 Ag, 4,1 Cu, 8,4 Sb, 1,2 As; von Mexiko 64,3 Ag, 9,9 Cu, 5,1 Sb, 3,7 As. Zink und Eisen verunreinigen es.

3. Rothgiltigerz $\overset{'}{Ag}^3\ (\overset{'''}{Sb}, \overset{'''}{As})$.

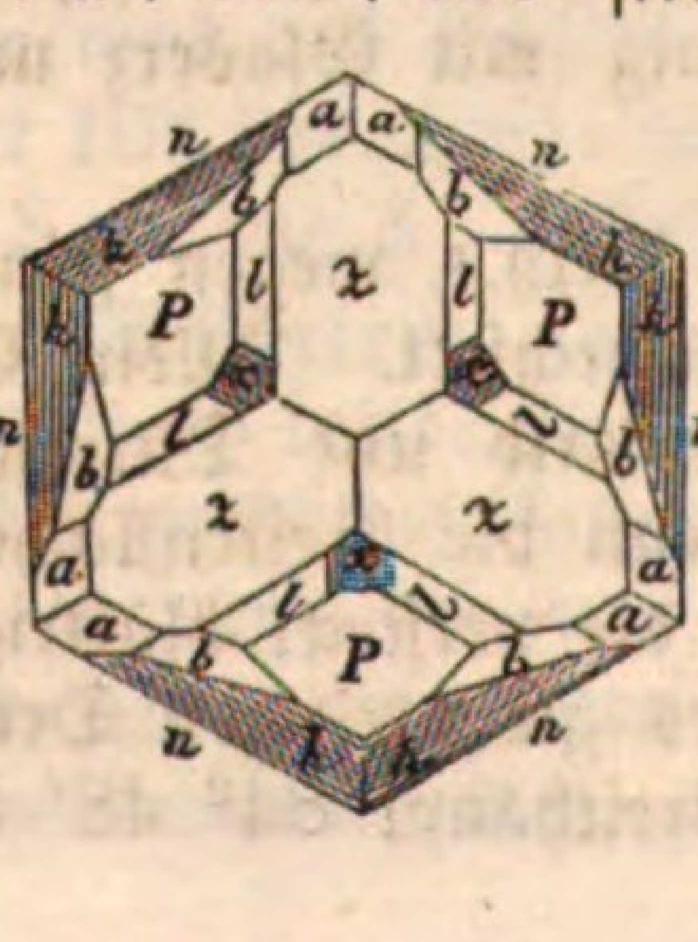
Rothgülden. Argentum rude rubrum rodt gulden ertz Agricola 692 und 703. Rubinblende, Silberblende, Pyrargyrit ꝛc. Mine d'argent rouge de l'Isle Cristall. III. 447. Argent antimonié sulfuré Hauy, Red Silver. Das schönste aller Silbererze.

Rhomboedrisch, allein die Krystalle durch Streifung und Krümmung der Flächen häufig entstellt, und die Winkel wegen des wechselnden Antimon- und Arsenikgehalts nicht ganz constant. Die Formen erinnern sehr an Kalkspath. P = a : a : ∞a : c in der Endkante beim

dunkeln Rothgülden 180° 30′ gibt Seitenaxe $a = \sqrt{1{,}596}$,

lichten Rothgülden 107° 36′ — — $a = \sqrt{1{,}533}$.

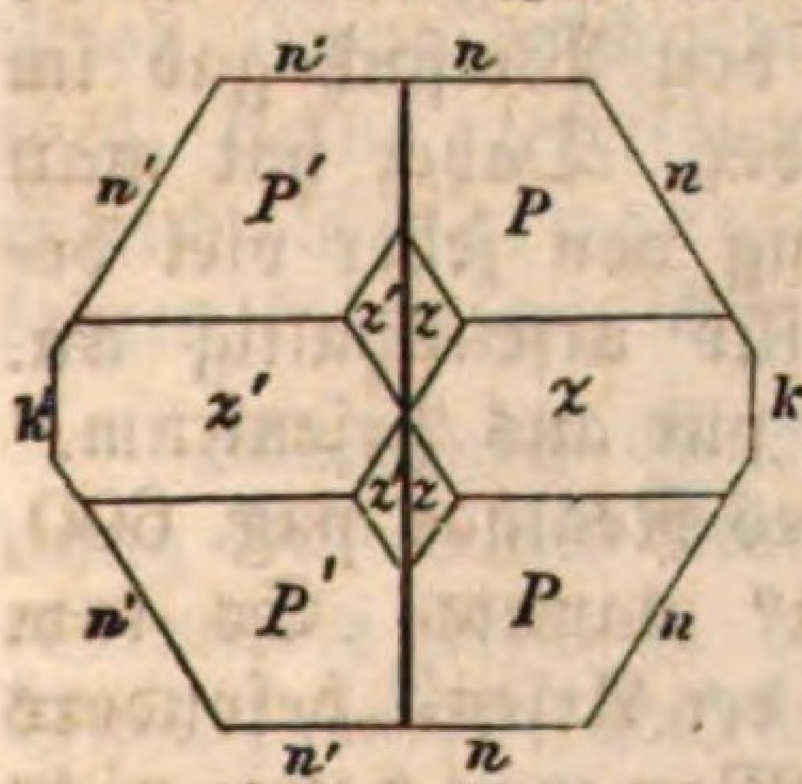
Dieses Hauptrhomboeder kommt als alleinige Endfläche schön zu Joachimsthal und auf dem Himmelsfürst bei Freiberg vor. Es ist zwar nur schwach blättrig, doch folgt ihm meist die Flächenstreifung, so daß man sich nach ihr am leichtesten orientirt, selbst wo sie fehlt, wie bei vielen Andreasbergern. Dazu gesellt sich stets die 2te sechsseitige Säule n = a : ½a : a : ∞c, die mit P ein dreigliedriges Dodekaid machen, wie es bereits Romé de l'Isle gut abbildet. Die Gradendfläche o = c : ∞a : ∞a : ∞a ist selten, doch kommt sie zu Johann-Georgenstadt als alleinige Endigung der Säule n vor. Die seltenere erste sechsseitige Säule k = a : a : ∞a : ∞c stellt sich nach Mohs öfter, wie beim Turmalin, nur hälftflächig die abwechselnden Kanten von n abstumpfend ein. Das nächste stumpfere Rhomboeder z = 2a′ : 2a′ : ∞a : c ist häufiger als P. Oftmals herrscht es allein am Ende der 2ten Säule. Am häufigsten trifft man den Dreikantner l = a : ⅓a : ½a : ¼c mit 160° 28′ und 140° 20′ in den Endkanten, die Kante zwischen den beiden Rhomboedern P/z abstumpfend. Seine scharfe Endkante stumpft das nächste stumpfere Rhomboeder z und seine stumpfe über P

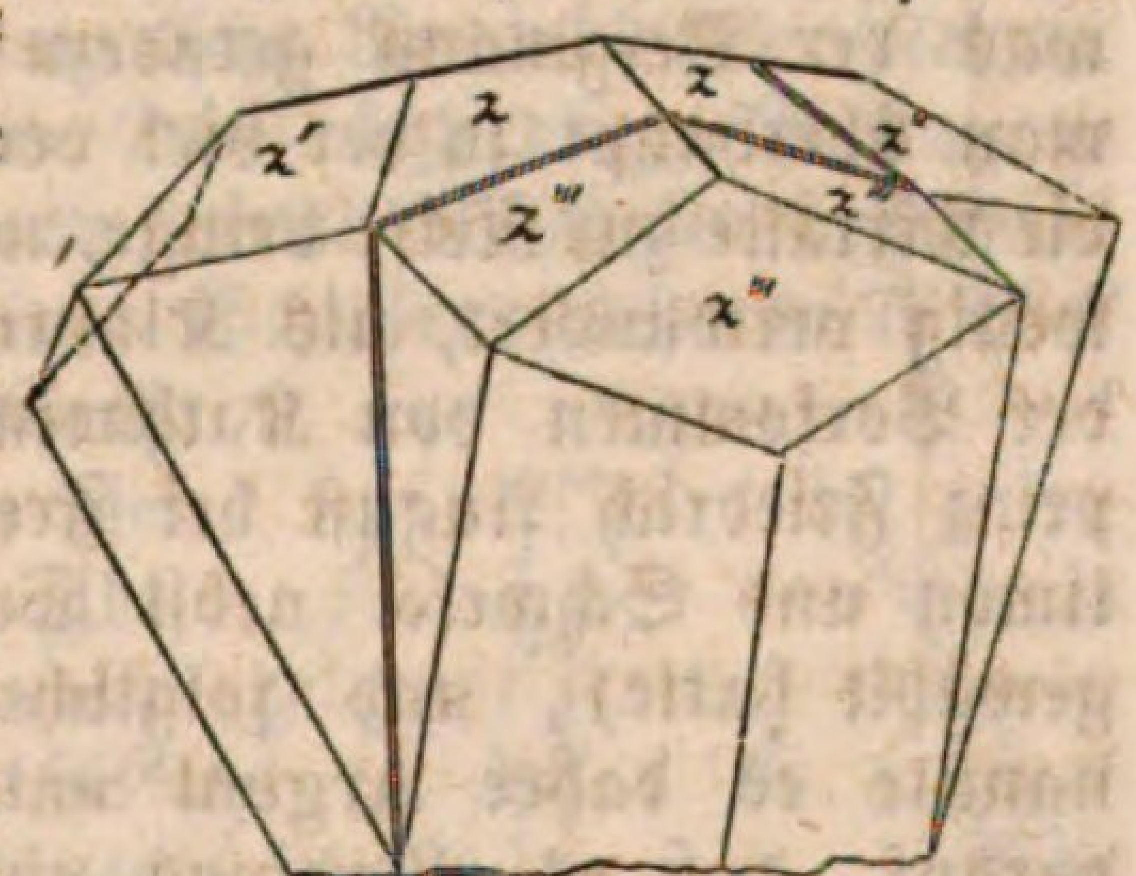


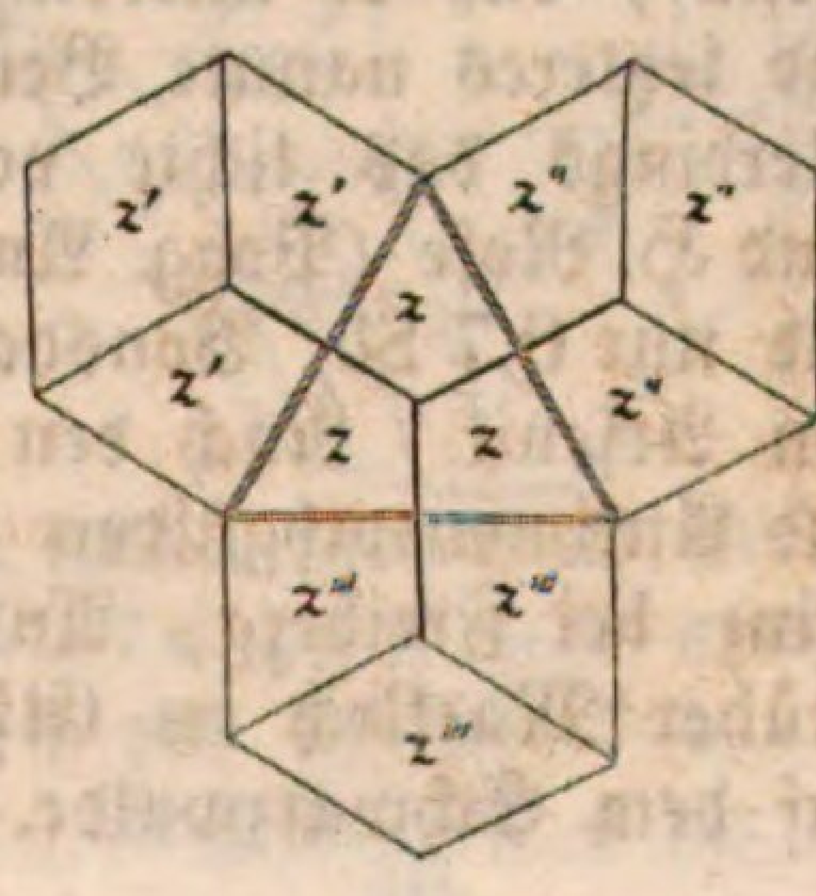
das Rhomboeder $x = \frac{8}{5}a : \frac{8}{5}a : \infty a : c$ ab, welches aber durch Diagonalstreifung gewöhnlich entstellt ist. Hauy erwähnt noch eines sehr ähnlichen $b^4 = c = a : \frac{1}{4}a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{5}c$ in der Endkantenzone des Rhomboeder. In der Seitenkantenzone kommt der gewöhnliche Dreikantner $h = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : c$ vor, außerordentlich stark gestreift parallel der Seitenkante. Häufig auch $f = \frac{1}{3}a : \frac{1}{7}a : \frac{1}{4}a : c$, ihm gehören meist die vorherrschend auftretenden Dreikantner von Churprinz bei Freiberg und Andreasberg an, an den Enden durch Dreikantner l abgestumpft. Auch ein Dreikantner $d^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{2}a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{3}a : c$ wird noch angegeben, und in der Endkantenzone das Dihexaeder $b^2 = 3a : \frac{3}{2}a : 3a : c$, welches bei Johann-Georgenstadt mit beiden sechsseitigen Säulen und der Gradendfläche vorkommt, die Endkante n/o abstumpfend, so daß also in der Kantenzone das Rhomboeder P die 8 Flächen $n\, f\, d^{\frac{3}{2}}\, h\, c\, l\, b^2\, z$ beobachtet sind. Bei Andreasberg kommt sehr bestimmt eine Abstumpfungsfläche zwischen l und h vor, sie gehört dem Dreikantner $b = a : \frac{1}{3}a : \frac{1}{2}a : \frac{5}{8}c$ an. Mohs bestimmte auch einen Dreikantner 2ter Ordnung $a = a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a' : c$, er ist durch die Zonen z/n und b/b bestimmt, da er die scharfen Endkanten des Dreikantners b zuschärft. Oefter stumpft das nächste schärfere Rhomboeder $i = \frac{1}{2}a' : \frac{1}{2}a' : \infty a : c$ die scharfe Endkante des Dreikantner h ab. Bei Markirch in den Vogesen ist nach Dufrénoy früher auch das Gegenrhomboeder $e' = a' : a' : \infty a : c$ am Dreikantner $d^{\frac{3}{2}}$ vorgekommen.

Zwillingsgesetze gibt es drei; vergleiche auch Kalkspath pag. 329:

1. Die Individuen haben die Gradendfläche gemein, und liegen umgekehrt. Gewöhnlich verwachsen die Zwillingsindividuen mit einer Fläche k der ersten Säule, die ohnehin nur zur Hälfte auftritt, und das eine Rhomboeder legt dann seine Kanten hin, wo das andere seine Fläche hat. Sie erscheinen öfter so, als wenn man ein Individuum parallel k halbirt und die Hälften auf der Halbirungsfläche um 180° gegen einander verdreht hätte, wie beiliegende Horizontalprojektion zeigt, eine ungewöhnliche Art von Zwillingsbildung.







2tes Gesetz. Die nächsten stumpfern Rhomboeder z haben eine Fläche gemein und liegen umgekehrt. Zuweilen soll es wie beim Kalkspath vorkommen, daß die Zwillingsindividuen mit vielen Wiederholungen mit der Fläche z an einander gränzen. Viel gewöhnlicher als diese beiden ist jedoch das

3te Gesetz. Die Individuen haben eine Fläche des 2ten stumpfern Rhomboeders $4a : 4a : \infty a : c$ gemein und liegen umgekehrt. Dabei legen sie sich so an einander, daß die Zwillingsgränze senkrecht gegen die Kante des nächsten stumpfern Rhomboeders z steht.

Denn Folge des Gesetzes ist, daß die Endkanten des Rhomboeders z/z mit z'/z' in einer Flucht liegen, und z/z mit z'/z' spiegeln. Man darf ja nur die gemeinsame Fläche hinzu denken, welche beide Kanten z/z und z'/z' zugleich abstumpfen muß, um die Sache einzusehen. Gewöhnlich wiederholt sich der Zwilling dreimal, so daß ein Vierling entsteht mit dreigliedriger Ordnung, weil je ein z mit z' z'', z' z''' und z'' z''' einspiegelt. Die drei dick gezeichneten Kanten sind die, welche von je zwei Individuen in einer Flucht liegen. Vergleiche auch Antimon pag. 503 und Tetradymit pag. 506. Viele der büschelförmigen Gruppirungen haben in solchen Vierlingsbildungen ihren Grund.

Nach der Farbe unterscheide man ein

dunkeles oder Antimon-Rothgülden und lichtes oder Arsenik-Rothgülden.

Dunkel cochenillroth bis bleigrau, aber mit viel lichterm Strich. Halb durchscheinend. Diamantglanz. Härte 2—3, milde. Gew. 5,85.

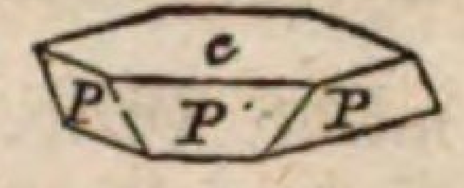
$\dot{A}g^3 \dddot{S}b$ mit 59 Silber.
Andreasberg, Himmelsfürst.

Licht cochenillroth, fast Realgar ähnlich, Strich lichtroth. Stark durchscheinend. Diamantglanz. Härte 2—3, milde. Gew. 5,55.

$\dot{A}g^3 \dddot{A}s$ mit 65 Silber.
Joachimsthal, Wittichen.

Vor dem Löthrohr decrepitiren sie, geben beide ein Silberkorn, auch reducirt sich Antimonrothgülden leichter als Arsenikrothgülden. Beide kommen zusammen vor, das dunkele ist aber viel häufiger, als das lichte. Doch überziehen sie sich gegenseitig, so daß nicht scharf geschieden werden kann, wie das auch in der Natur der Sache liegt. Für den Bergmann ist es ein wichtiges Silbererz, denn das lichte Rothgülden von Wolfach gab im Centner 125 Mark, das dunkele 116 Mark fein Silber. Daher hat man sich auch über die Ermittelung der Zusammensetzung von jeher viel bemüht. Die alten Hüttenleute sahen das lichte für arsenikhaltig an. „Das hochrothe Rothgülden besteht, nebst dem Silber, pur aus Arsenicum.“ Zu dieser falschen Ansicht verleitete die rothe Farbe des Realgar pag. 600, was der Bergmann geradezu „unreifes Rothgülden“ nannte. So kam man überhaupt zu der viel verbreiteten Ansicht, daß der Arsenik besonders die Metalle zur Reife bringe, namentlich das Silber. Man war daher nicht wenig verwundert, als Klaproth (Beiträge I. 141) gestützt auf Analysen der Vorkommen von Katharina Neufang zu Andreasberg und vom Churprinz Friedrich August bei Freiberg keine Spur Arsenik, sondern blos Antimon und Schwefel nebst Schwefelsäure fand (ob er gleich hellfarbige gewählt hatte), und folglich das Arsenik ganz darin läugnete. Hauy nannte es daher Argent antimonié sulfuré. Doch zeigte Proust bald darauf, daß es allerdings ein Antimon- und ein Arsenikhaltiges gäbe, und letzteres nannte Beudant Proustit. Der Zufall hatte gewollt, daß allerdings das lichte von Andreasberg kein Arsenik enthält. Dagegen fand H. Rose (Pogg. Ann. 15. 473) im lichten von Joachimsthal 15,1 As und nur 0,7 Sb, Bonsdorff im Andreasberger 22,8 Sb, und kaum Spuren von Arsenik. Nach den vorhandenen Analysen halten sich beide Arsenik- und Antimonrothgülden ziemlich scharf getrennt. Himmelsfürst und Churprinz bei Freiberg, Andreasberg, Joachimsthal, Kongsberg, Schemnitz. Früher Markirch im Elsaß, die Grube Wenzel und Sophie bei Wittichen auf dem Schwarzwalde. Kongsberg, Meriko, Gualdalcanal in Spanien.

Xanthokon Breith. Erdmann's Journ. prakt. Chem. 20. 67 und Pogg. Ann. 64. 272 (ξανθός gelb), von der Grube Himmelsfürst zu Erbisdorf bei Freiberg, dünne pommeranzengelbe Tafeln mit gelbem Strich in Kalkspath eingesprengt, von der Farbe des Greenockit, und von der Form des vulkanischen Eisenglanzes: es herrscht die Gradendfläche vor, an deren Rändern das Rhomboeder P = a : a : ∞a : c 71° 32′ in den Endkanten hat, auch das nächste



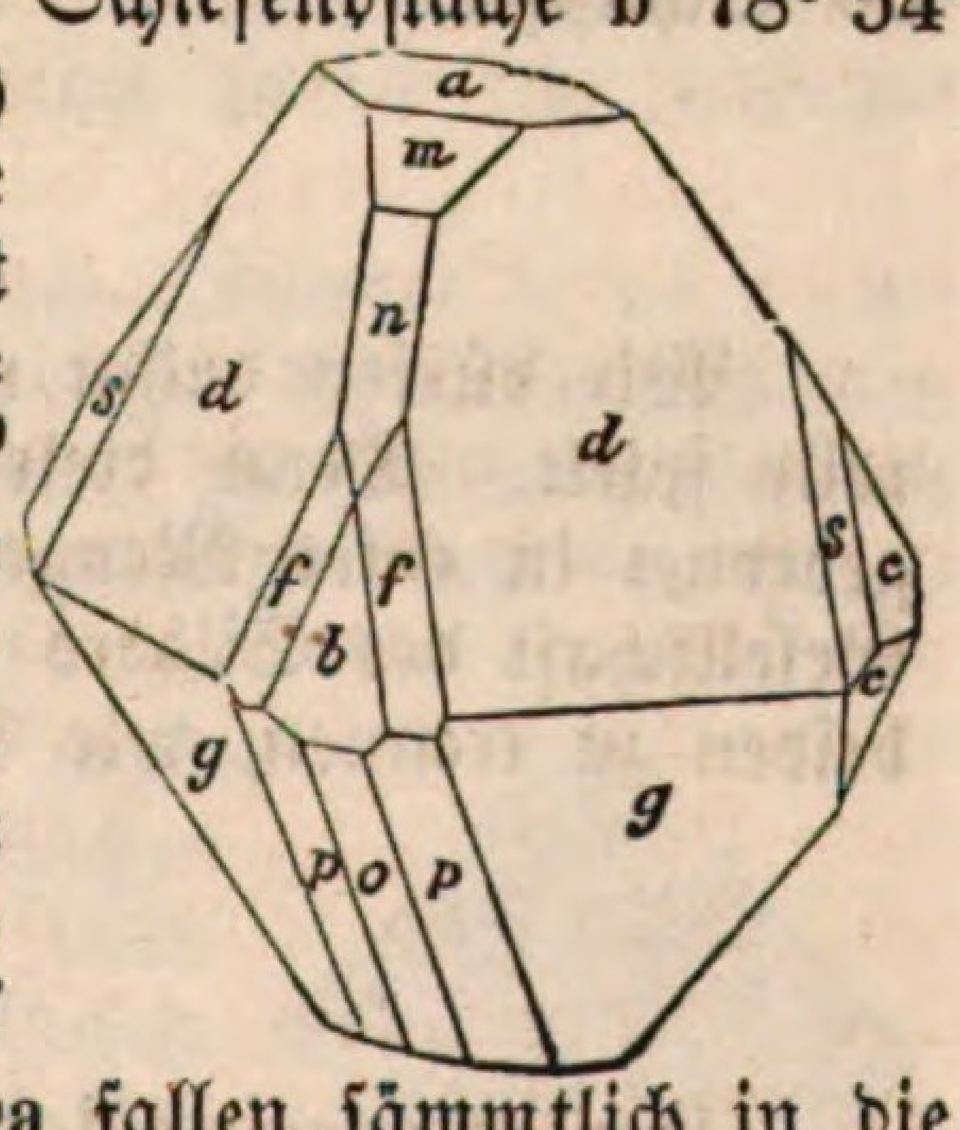
stumpfere 2a′ : 2a′ : ∞a : c wird gefunden. Härte 2—3, Gew. 5,1. Im Jahre 1797 ist es von brauner Farbe in nierenförmigen Aggregaten vorgekommen, hatte aber auch einen gelben Strich. Plattner fand in diesem letztern 64,2 Ag, 21,3 S, 1 Fe, 13,5 As, und glaubt daraus die Formel

$$2\,\dot{A}g^3\,\overset{'''}{As} + \dot{A}g^3\,\overset{'''''}{As}$$

ableiten zu dürfen, worin neben dem ersten Gliede von licht Rothgülden eine bis jetzt nicht gekannte Schwefelungsstufe von $As^2\,S^5$ vorkäme. Es wird also Ag : As : S = 9 : 6 : 20 sein, während beim Arsenik-Rothgülden das Verhältniß 9 : 6 : 18 ist. Da nun von genauen Messungen wohl kaum die Rede sein kann bei der Unvollkommenheit der Krystalle, so darf man diese Verwandtschaft nicht aus den Augen lassen.

Feuerblende vom Churprinz bei Freiberg und Andreasberg kommt in hyacinthrothen Krystallen mit Perlmutterglanz auf dem deutlich blättrigen Bruch vor. Die Tafeln sollen ihrer Form nach mit dem Blätterzeolith pag. 279 Aehnlichkeit haben. 62,3 Ag nebst Antimon und Schwefel. Prof. Zippe beschreibt vom Geistergang an der Eliaszeche zu Joachimsthal kleine tafelförmige schwärzlichbraune Krystalle mit oraniengelbem Strich, Rittingerit (Sitzungsber. Kais. Akad. Wiss. IX. 345), die zwar keinen blättrigen Bruch haben, aber sonst sehr nahe zu stehen scheinen.

Miargyrit H. Rose Pogg. Ann. 15. 469 von der Grube Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf (μεῖων weniger, ἄργυρος Silber), von Mohs (Grundriß Min. II. 606) zuerst als hemiprismatische Rubinblende erkannt. Gleicht einem dunkeln Rothgiltigerz, ist aber 2 + 1gliedrig, Naumann Pogg. Ann. 17. 142. Die seltenen und complicirten Krystalle beschreibt Mohs als geschobene Säulen 86° 4′ mit einer Schiefendfläche b 78° 54′ gegen Axe c geneigt, und einer hintern dreifach schärfern t = a′ : 3c : ∞b 47° 26′ gegen die Axe. Aehnlich dem Eisenvitriol. Naumann gibt dagegen andere Winkel an, ausgehend von a = c : ∞a : ∞b mit b = a : ∞b : ∞c vorn 98° 24′ machend; d = a : b : c in der Mediankante d/d = 96° 17′, welcher Winkel durch n = a : c : ∞b gerade abgestumpft wird; m = 3a : c : ∞b findet hinten die Gegenfläche o = 3a′ : c : ∞b, in deren Diagonalzone p = 3a′ : c : 6b und g = 3a′ : c : 3b fällt. Die Augitpaare f



= ⅔a : b : c, s = ⅖a : b : c und c = b : c ∞a fallen sämmtlich in die Zone b/d, und dieser Zone folgt auf den Flächen b f d „eine sehr ausgezeichnete und constante Streifung, während m, n und besonders o eine horizontale Streifung parallel der Axe b haben. Ungewiß ist e = c :

4b : 5a′ und $r = c : \frac{1}{x}a : \frac{3}{2}b$. Oft werden die Krystalle durch Ausdehnung von a tafelartig, b und m sind unvollkommen blättrig.

Eisenschwarz und halbmetallischen Glanz, aber dunkel kirschrothen Strich, wodurch es sich eng an das Rothgiltigerz anschließt. Härte 2—3, milde, Gew. 5,3. $\overset{'}{\text{A}}\text{g}\,\overset{'''}{\text{S}}\text{b}$ mit 36,4 Ag, 1 Cu, 0,6 Fe, 39,1 Sb, 21,9 S. Sehr selten.

Weißgiltigerz ist auf den Freiberger Gruben Himmelsfürst und Hoffnung Gottes ꝛc. ein altberühmtes Silbererz, das nur mit Bleiglanz vorkommt, aber sehr feinkörnig und dicht ist, und mit Bleischweif pag. 585 große Aehnlichkeit hat. G. Rose erwähnt unvollkommene Oblongoktaeder von 100° und 130° in den Seitenwinkeln. Licht bleigrau, milde, glänzender Strich. Gew. 5,4. Man unterscheidet ein lichtes oder ein dunkeles, im erstern fand Klaproth 20,4 Ag, im letztern 9,25 Ag. Rammelsberg hat im lichten von der Grube Hoffnung Gottes nur 5,8 Ag, 38,4 Pb, 6,8 Zn, 3,8 Fe, 22,4 Sb, 22,5 S gefunden, was zur Formel

$$(\overset{'}{\text{P}}\text{b}, \overset{'}{\text{A}}\text{g}, \overset{'}{\text{Z}}\text{n}, \overset{'}{\text{F}}\text{e})^4\, \overset{'''}{\text{S}}\text{b}$$

führen würde, die mit Fahlerz stimmt. Aber dem ächten Fahlerz ist das Blei fremd. Man hüte sich, es mit dichtem Graugiltigerz zu verwechseln, was zu den ächten Fahlerzen gehört, die bis 31,9 Ag haben können. Das ebenfalls bleihaltige Schilfglaserz mit 23 Ag hält G. Rose für einen silberhaltigen Bournonit. Der seltene

Sternbergit Haid. Pogg. Ann. 11. 483, $\overset{'}{\text{A}}\text{g}\,\overset{'''}{\text{F}}\text{e}$ von Joachimsthal bricht in dünnen gemein biegsamen tombakbraunen blättrigen Tafeln, die dem 2gliedrigen System angehören. Der blättrige Bruch $c = c : \infty a : \infty b$ herrscht, das Oktaeder $f = a : b : c$ hat 118° in der vordern Endkante. Die Säule $a : b : \infty c$ kommt nicht vor, sie würde 119° 30′ messen, aber die Zwillinge haben diese Säulen gemein und liegen umgekehrt. Gew. 4,2, Härte 1—2.

Auf Kohle schmilzt er zu einer mit Silber bedeckten magnetischen Kugel, nach Zippe Pogg. Ann. 27. 690 enthält er 33,2 Silber, 36 Eisen, 30 Schwefel.

Kupfererze.

Wir dürfen dahin nur diejenigen rechnen, worin Kupfer die Hauptrolle spielt. Denn dieses wichtige Metall kommt außerdem noch untergeordnet in einer Menge geschwefelter Erze vor, und ist dabei so gern in Gesellschaft des Silbers und umgekehrt, daß es nicht möglich ist, zwischen beiden zu trennen, wie Silberkupferglanz und Eukairit ꝛc. beweisen.

1. Kupferkies $\overset{'}{\text{C}}\text{u}\,\overset{'''}{\text{F}}\text{e}$.

Pyrites aureo colore Geelkis oder Kupferkis Agricola 706. Es ist eines der gemeinsten Erze, das daher auch den Alten nicht entgehen konnte. Plinius 36. 30 begreift ihn mit unter Pyrites: sed est alius etiamnum pyrites, similitudine aeris... colore... aureo. Während die

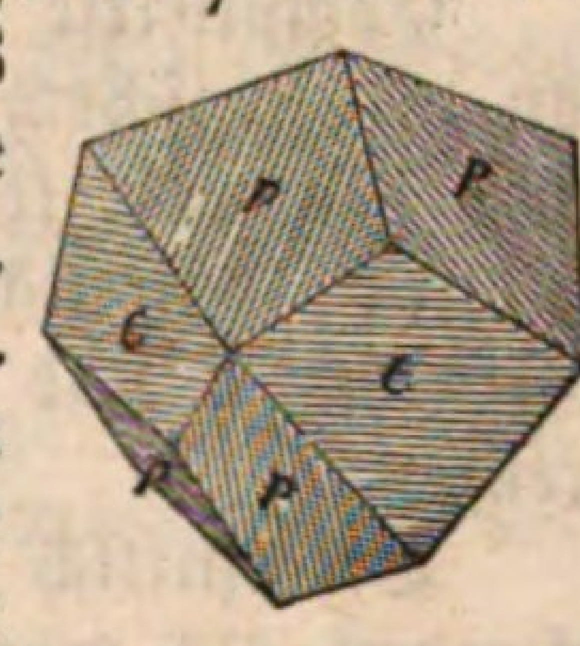
Kupfererze überhaupt den griechischen Namen χαλκῖτις hatten, Plin. 34. 29: Chalcitin vocant lapidem, ex quo ipsum aes (Kupfer) coquitur. Mine de cuivre jaune de l'Isle III. 309, Hauy's Cuivre pyriteux, Copper Pyrites der Engländer.

4gliedrig mit einer Hinneigung zum Tetraedrischen. Doch stehen die Winkel dem regulären System so nahe, daß es Hauy und selbst noch Neuere für regulär nehmen. Erst Haidinger fand den Endkantenwinkel mit dem Reflexionsgoniometer $109^0\ 53'$, also $25'$ größer als beim regulären Oktaeder, woraus für $c = 1$ die Seitenaxe

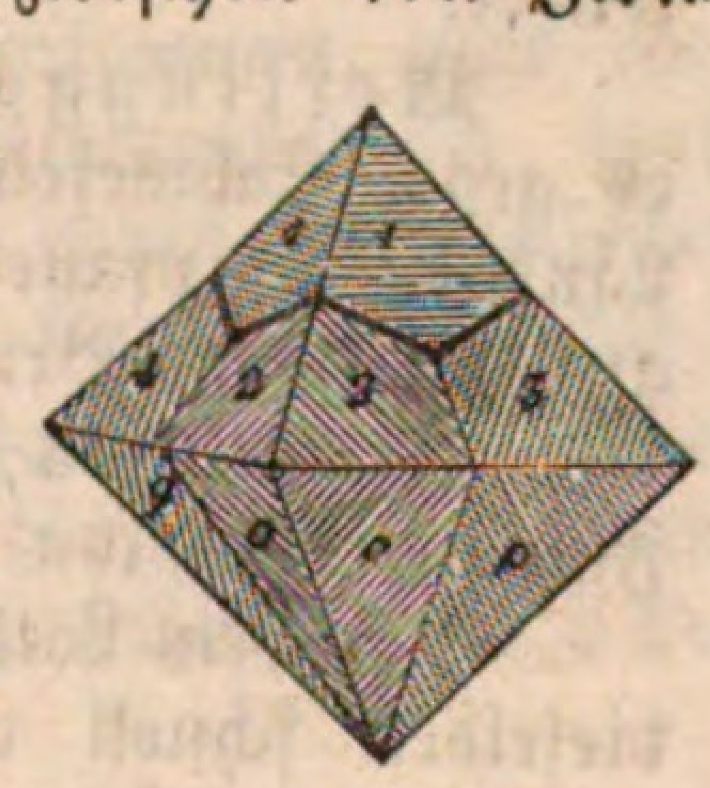
$$a = \sqrt{1{,}0308} = 1{,}015,\ \lg a = 0{,}00659,$$

und der Seitenkantenwinkel $108^0\ 40'$ folgt. Von den 8 Flächen dehnen sich vier gewöhnlich zu einem Tetraeder aus, sie pflegen matt und durch Streifung entstellt zu sein, während das die Ecken abstumpfende Gegentetraeder stark glänzt. Auch wenn die Flächen beider Tetraeder ins Gleichgewicht treten, kann man die physikalischen Unterschiede oft noch gut erkennen. Daß sie viergliedrig sind, sieht man häufig an der Abstumpfung der horizontalen Endkanten des Tetraeders von $71^0\ 20'$, während die Seitenkanten von $70^0\ 7'$ nicht abgestumpft erscheinen, wie z. B. auf Friedrich Christian im Schappacher Thal auf dem Schwarzwalde. Gewöhnlich erscheinen diese differentflächigen Oktaeder als

Zwillinge (1): dieselben haben eine matte Tetraederfläche gemein und liegen umgekehrt, oft mit vielen Wiederholungen. Diese Zwillinge gleichen ganz denen des regulären Systems, wie bei der Blende pag. 587, dem Spinell pag. 254. Die Täuschung geht noch weiter: bei Rodna kommen mit der dortigen schwarzen Blende pag. 588 die ausgezeichnetsten Deltoiddodekaeder pag. 68 vor, sie sind parallel ihrer unsymmetrischen Diagonale gestreift, und ein physikalischer Unterschied ist nicht wahrzunehmen. Solche dreifache Streifung findet sich häufig auf den matten (nie auf den glänzenden) Tetraederflächen, wie z. B. zu Nanzenbach im Dillenburgischen, wodurch die Krystalle sehr entstellt werden. Trotzdem können nur die $t = a : a : 2c$ ein viergliedriges Tetraeder, die $p = a : c : 2a$ dagegen ein gebrochenes Tetraeder pag. 76 bilden. Dafür spricht auch eine zweite sehr gewöhnliche Art von

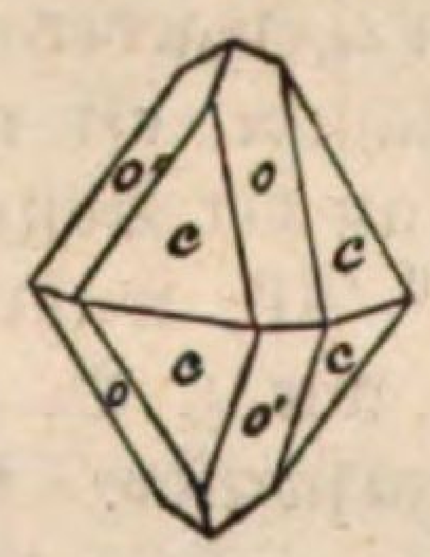


Zwillingen (2), die das nächste stumpfere Oktaeder $b = a : c : \infty a$ gemein haben und umgekehrt liegen. Einmal sind die Oktaederflächen hier nur parallel den Seitenkanten gestreift, was die Zwillingsgränzen sehr deutlich hervortreten macht, sodann aber kommen zwischen den Zwillingsindividuen 1 und 2 einspringende Winkel von $178^0\ 34'$ vor. Wären die Krystalle regulär, so müßten bei einer solchen Aneinanderlagerung die Flächen 1 und 2 in ein Niveau fallen, es könnte kein Zwilling entstehen. Gewöhnlich wiederholt sich das Gesetz. Analog dem Scharfmangan pag. 535 würden 5 Individuen (nicht sechs) den Kreis schließen: es könnten dann nur auf der Oberhälfte die Oktaederflächen trapezartig geknickt sein, wie in beistehender Figur, wäh-



rend unten die Flächen o mit p und o mit q in Folge der Zwillingslage in ein Niveau fallen müßten. So ist es nun aber in der Regel nicht, sondern es zeigen sich überall Knicke, wo sich Flächen von Zwillingsindividuen berühren, wie man das so schön bei den Krystallen von Neudorf am Unterharze sieht. Es läßt sich die Sache durch unregelmäßige Anhäufung der Individuen meist erklären, indem nicht ein bestimmtes, wie beim Scharfmangan, als Träger dient. Diese Zwillingsbildung bekundet das Bestreben, die Ungleichheiten wieder auszugleichen. Auch kommen bei Neudorf solche Fünflinge vor, die zu je zweien wieder nach dem gewöhnlichen Zwillingsgesetz des regulären Oktaeders mit einander verwachsen.

Aus Cornwallis beschreibt Phillips gar häufig das (ein wenig blättrige) Oktaeder c = a : 2c : ∞a mit 101° 49′ in den Endkanten, von welchem daher auch die Engländer als Grundform ausgehen, deren Endkanten dann das gewöhnliche Oktaeder o und o′ = a : a : c gerade abstumpft. Kommt dazu die quadratische Säule m = a : a : ∞c und die Gradendfläche, so ist der Typus durchaus viergliedrig, wie so oft in England, Mohs führt auch wohl ein drittes Zwillingsgesetz auf, wornach die Individuen die Endkante des Oktaeders c gemein haben und umgekehrt liegen. Da jedoch die Fläche, welche die Endkanten dieses Oktaeders abstumpft, dem Oktaeder o = a : a : c angehört, so fällt dieß vermeintliche Gesetz mit dem ersten zusammen. Dagegen soll nach Naumann eines vorkommen, wornach die Individuen n = a : a : ½c gemein haben und umgekehrt liegen.



Complicirte oktaedrische Krystalle bildet Haidinger Pogg. Ann. 5. 177 von oktaedrischem aber viergliedrigem Typus, Phillips Miner. 3 edit. 1823 pag. 303 von tetraedrischem Typus ab. Diese tetraedrische Form greift so durch, daß nach Naumann auf der Grube Kurprinz bei Freiberg zwei Tetraeder o und o′ sich wie beim Fahlerz mit ihren Kanten rechtwinklig kreuzen.

Bekanntlich beschreibt Hr. Prof. Weiß den Kupferkies in seinen Vorlesungen als regulär, und nimmt mit als Beweis den merkwürdigen Kupferkiesüberzug, der sich auf dem tetraedrischen Fahlerz des Rosenhöfer Quarzzuges bei Clausthal findet, es erscheint dort wie ein Fortwachsen. Nun ist freilich unter der Kupferkieskruste das Fahlerz gewöhnlich zersetzt, so daß die Kieskruste leicht abspringt, und man versucht wird, dieselbe als ein Verwitterungsprodukt des Fahlerzes anzusehen. Doch zeigt Osann (Leonhard's Jahrb. 1853. 180), daß sich die Kruste zuweilen auch auf dortigem Bleiglanz und Blende finde, auf denen nie Fahlerz angetroffen würde.

Messinggelb (hat einen Stich ins Grün, besonders wenn man es gegen Schwefelkies hält), starker Metallglanz, grünlich schwarzer Strich. Läuft häufig pfauenschweifig, taubenhälsig bis blaulich schwarz an. Mangel an blättrigem Bruch.

Härte 3—4, ein wenig milde, gibt daher mit dem Stahle keinen Funken, was ihn leicht vom Schwefelkies unterscheidet. Gew. 4,2.

Vor dem Löthrohr decrepitirt es, nimmt man große Stücke, so laufen dieselben schnell roth an (es bildet sich Ziegelerz pag. 555). Dieselben zerspringen nicht so stark, und brennen wie Schwefelkies fort. Kleine

Proben davon schmelzen leicht zu einer magnetischen dunkelfarbigen Kugel, die Blasen wirft und endlich zur rauhen Schlacke wird. Die Schlacke mit Soda behandelt gibt Kupfer, da sich Eisen und Kupfer gesondert reduciren. Soll der Prozeß vollständig gelingen, so muß man gut abschwefeln. Zu rohen Versuchen ist das aber nicht nothwendig, man nimmt da gleich die magnetische Schlacke. Am leichtesten jedoch weist man das Kupfer nach, wenn man die rohe Probe in Salzsäure taucht und in die Flamme bringt, wodurch die Flamme vorübergehend schön blau wird.

$$\dot{\mathrm{Cu}}\,\dot{\mathrm{Fe}} = \dot{\underline{\mathrm{Cu}}}\,\dddot{\underline{\mathrm{Fe}}} \text{ mit } 34{,}8\ \mathrm{Cu},\ 35{,}4\ \mathrm{S},\ 29{,}8\ \mathrm{Fe}.$$

Beim Glühen im Kohlentiegel gibt er den vierten Theil (9 p. C.) seines Schwefels ab. Man zieht die zweite Formel der ersten vor, weil Cu S eine schwache, Cu^2 S dagegen eine starke Basis ist. Karsten (Pogg. Ann. 46. 279) fand im Kupferkies, der in das Selenblei von der Grube Emanuel pag. 587 eingesprengt war, ebenfalls einen nicht unbeträchtlichen Selengehalt. Beim Rösten der Kupfererze entstehen zuweilen künstliche Krystalle, Leonhard's Jahrb. 1853. 177.

Kupferkies ist das gewöhnlichste Erz auf Erzgängen und Erzlagern, in Verbindung mit Schwefelkies, Bleiglanz, Blende, Fahlerz. Die salinischen Kupfererze sind häufig erst aus ihm entstanden. Er bildet daher einen wichtigen Gegenstand des Bergbaues. Oft brechen große Massen, wie im Uebergangsgebirge von Nanzenbach bei Dillenburg, im Gneise des Schwarzwaldes (Grube Herrenseegen), Fahlun, Schemnitz, Goslar. Mannsfelder Kupferschiefer. Freilich gewöhnlich sehr verunreinigt. Wenn die Verunreinigung durch Schwefelkies kommt, so ist sie äußerlich wenig erkennbar, allein sie verräth sich nicht selten durch den auskrystallisirten Schwefelkies und durch die grauere Farbe. Je grüner desto kupferreicher.

Krystalle finden sich zwar in Drusenräumen des derben (Nanzenbach), am schönsten aber angeflogen auf Quarz, Flußspath, Braunspath, Schwerspath ꝛc.

Derbe Massen aber von krystallinischem Gefüge kommen rein in vielen centnerschweren Stücken vor, der Glanz und kleinmuschelige Bruch deuten den Grad der Reinheit an.

Dichte Massen sind matter und haben einen ebenen Bruch, wie im Rammelsberge bei Goslar, zu Neusohl in Ungarn ꝛc. Selten nierenförmig und kleintraubig, Breithaupt's Nierenkies von Freiberg und Cornwallis, mit nur 3,9 Gew.

Der Kupferkies gehört zwar zu den schlechten Kupfererzen, doch hat er wegen seiner Menge große Bedeutung. Zu Redruth enthält er oft nur 3—4 p. C. Kupfer. Allein man gewinnt in den Cornischen Gruben an 160,000 Tonnen à 20 Ctr., die an 12,000 Tonnen Metall liefern.

Weißkupfererz nannte Werner ein derbes Vorkommen, was ehemals auf Lorenz Gegentrum an der Halsbrücke bei Freiberg brach, blaß messinggelb und wenig glänzend war. Plattner gibt neben Schwefeleisen bei einem Chilenischen 12,9 Cu an. Vergleiche auch Kyrosit pag. 569.

Cuban Breithaupt Pogg. Ann. 59. 325 von Bacaranao auf Cuba. Derb und ziemlich deutlich würfelig blättrig. Blaß messinggelb, wie Weißkupfererz. Gew. 4. Die Analyse von Scheidhauer gab 22,9 Cu, 42,5 Fe, 34,8 S, also

$\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}\,\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}^2 = \overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}} + 2\,\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}$ = 1 Kupferkies + 2 Magnetkies.

Würde $\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}$ das $\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}$ vertreten, so könnte man die Formel auch als ein eisenreiches Buntkupfererz $(\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}, \overset{\prime}{\mathrm{Fe}})^3\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$ deuten, wofür der würfelig blättrige Bruch des regulären Systems sprechen würde.

2. Buntkupfererz $\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$.

Buntkupferkies, Cuivre hépatique de l'Isle III. 339, Purple copper ore.

Regulär, aber gute Krystalle selten. Zu Redruth kommen bauchige Würfel zuweilen mit abgestumpften Ecken und Kanten vor, auch Zwillinge werden angeführt.

Tombakbraun, aber nur auf ganz frischem Bruch, schon nach wenigen Tagen läuft es blauroth an, woran nach Hausmann die Feuchtigkeit der Luft schuld sein soll. Ziehen sich die Farben ins lebhafte Blau und Grün, so werden sie taubenhälsig, aber stets viel dunkeler als beim Kupferkies. Schwarzer Strich und schwacher Metallglanz. Härte 3, milde, Gew. 5.

Vor dem Löthrohr schmilzt es nicht ganz so leicht als Kupferkies, enthält aber mehr Kupfer. Nach Berzelius ist es $\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}^2\,\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}$. Allein da es in einem Strome von Wasserstoffgas geglüht Schwefel abgibt, so muß eine höhere Schwefelungsstufe als $\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}$ oder $\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}$ darin sein, deshalb schlug Plattner (Pogg. Ann. 47. 360) die Formel $\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Fe}}$ vor, seine Analyse gab 56,7 Cu, 14,8 Fe, 28,2 S, es waren Krystalle von der Condorra Mine bei Camborne in Cornwallis. Andere Analysen weichen davon zwar ab, allein da das derbe häufig gemischt mit Kupferglas vorkommt, so ist die Sache daraus wohl sehr natürlich erklärt.

Es ist seltener als Kupferkies: Freiberg, Donatska im Banat, Cornwallis. Besonders schöne Schnüre im Zechstein von Mannsfeld.

2. Kupferglas $\overset{\prime}{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{u}}$.

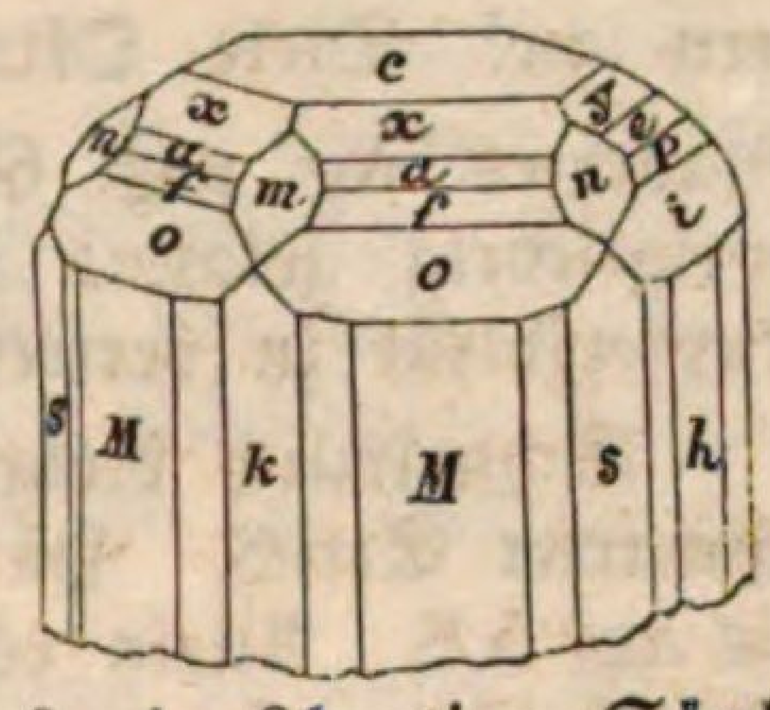
Aes rude plumbei coloris Kupferglaserz Agricola 702, Kupferglanzerz Klaproth Beitr. II. 276, Cuivre sulfuré, Sulphuret of Copper.

Zweigliedrig mit diheraedrischem Typus, auf den Kupfergruben in Cornwallis häufig krystallisirt, in Deutschland nicht. Die Säule M = a : b : ∞c 119° 35′ nach Mohs ist höchst unvollkommen blättrig, tritt dazu nun h = b : ∞a : ∞c und die Gradendfläche c = c : ∞a : ∞b, so entstehen scheinbar reguläre sechsseitige Säulen, die auch lange dafür genommen wurden und noch werden. Die Säulen sind gewöhnlich tafelartig, und an ihren sämmtlichen Endkanten durch das Oktaeder a = a : b : $\frac{1}{3}$c, und das Paar e = $\frac{2}{3}$c : b : ∞a diheraedrisch abgestumpft. Würde man wie Phillips und Dufrénoy, M/M = 120° setzen, so gäben a und e flache Diheraeder von 148° 20′ in den Endkanten. Nach Phillips wiederholen sich vier solcher diheraedrischen Endigungen über einander. Mohs geht von dem untern o = a : b : c mit 126° 53′ in der vordern End-

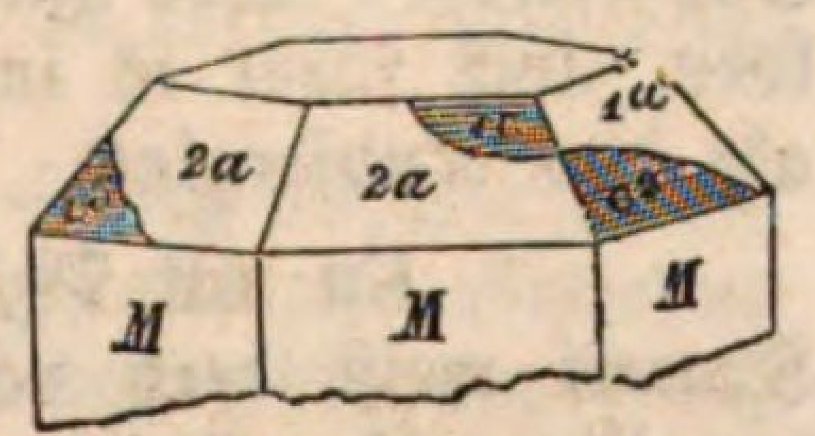
kante, und $i = 2c : b : \infty a$ mit 63° 48′ in c, die beide zusammen ein scheinbares Diheraeder machen, aus, daraus folgen die Axen:

$$a : b = \sqrt{0{,}3572} : \sqrt{1{,}0539},\ \lg a = 9{,}77647,\ \lg b = 0{,}01139.$$

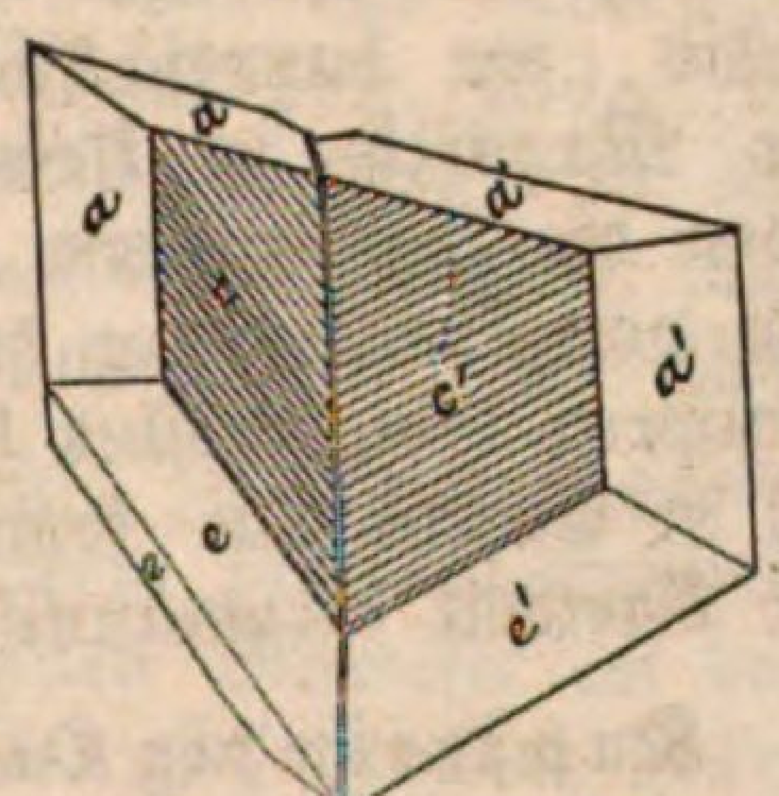
Zwischen a und o liegt noch $f = a : b : \frac{1}{2}c$ (91° 51′ Seitenkante) und zwischen i und e das Paar $P = b : c : \infty a$ (91° 30′ in c), die zusammen wieder ein Diheraeder machen. Da nun $k = a : \infty b : \infty c$ mit der Säule $s = a : \frac{1}{3}b : \infty c$ wieder eine zweite sechsseitige Säule zu bilden scheinen, so wird man allerdings unwillkührlich an 6gliedrige Formen erinnert. Phillips gibt sogar noch ein Diheraeder $x = a : b : \frac{1}{4}c$ mit $y = b : \frac{1}{2}c : \infty a$, ferner ein Diheraeder 2ter Ordnung $m = a : \frac{1}{2}c : \infty b$ die Kante f/f und $n = a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{4}c$ die Kante P/f gerade abstumpfend. Endlich sogar eine 6 + 6kantige Säule zwischen M/k, M/s und h/s, die aber nach den Winkelangaben keinen ganz einfachen Ausdruck hat. Dennoch ist das Mineral zweigliedrig, und das beweisen hauptsächlich die



Drillinge, dieselben haben die Säulenfläche M gemein und liegen umgekehrt. Da der Säulenwinkel fast genau 120° beträgt, so füllen drei gerade den Raum um einen Punkt aus, und da ferner die Zwillingsgränzen sich zu verwischen pflegen, so hält man sie beim ersten Anblick für einfache Krystalle. Zu Redruth kommt häufig die Combination M h a e vor: im Drilling spiegelt nun e des einen mit einer a des andern und sofort. Es ist aber e horizontal der Axe a etwas gestreift, und diese Streifen kommen nur stückweise auf den Oktaederflächen vor, in neben bezeichneter Weise. Noch auffallender ist die



2te Art von Zwillingen, welche man ebenfalls häufig in Cornwallis findet. Hier kreuzen sich die Zwillingstafeln ungefähr rechtwinklig, und da es gewöhnlich diheraedrische Tafeln mit a e c sind, in welchen die Zwillingskante deutlich einer Seitenkante des Diheraeders parallel geht, so haben sie entweder die Fläche f oder P gemein. Ist das Mineral 2gliedrig, so sollten die Zwillingsindividuen allen Analogien nach $P = b : c : \infty a$ gemein haben und umgekehrt liegen, sie müßten sich dann unter 91° 30′ und 88° 30′ kreuzen. Dagegen behauptet Mohs ausdrücklich, daß sie eine der $f = a : b : \frac{1}{2}c$ gemein haben, sich folglich unter 91° 51′ und 88° 9′ schneiden, wie in beistehender Figur. Dieß scheint auch (z. B. bei den Exemplaren von St. Just) die Streifung auf c parallel der Axe a zu beweisen. Da nun theoretisch genommen zweigliedrige Oktaeder gar keine symmetrische Lage gegenseitig einnehmen können, wenn sie eine Fläche gemein haben und sich um 180° gegen einander verdrehen sollten, wohl aber bei Diheraedern, so könnte dieses Ungewöhnliche in dem Diheraederartigen möglicher Weise seinen Grund haben.



Das Kupfersulfür bildet sich beim Erhitzen aus Kupfer und Schwefel unter lebhaftem Erglühen, es wird im Großen zur Fabrikation des Kupfervitriols dargestellt. Man erhält es dabei häufig in Krystallen (Oktaedern), die aber auffallender Weise dem regulären Systeme angehören. Selbst das natürliche Kupferglas schießt geschmolzen in regulären Oktaedern an! Diese Oktaeder des $\dot{Cu}$ würden also isomorph mit denen des Glaserzes $\dot{Ag}$ pag. 603 sein. Während umgekehrt das Glaserz nicht zweigliedrig gekannt ist, und nur im 2gliedrigen Silberkupferglanz das Kupfersulfür zu vertreten scheint.

Schwärzlich bleigrau, Fahlerzartig, aber milde, geringer Metallglanz, schwarzer Strich. Härte 2—3, Gewicht geht in reinen Abänderungen bis auf 5,8. Allein es verunreinigt sich mit dem leichtern Kupferkies und Buntkupfererz in den verschiedensten Mengen. So kommt auf den Gruben von Cornwall ein „Variegated Vitreous Copper“ von der Farbe des angelaufenen Stahles vor, was als ein inniges Gemisch von Kupferkies und Kupferglas angesehen wird, deren Theile man dazwischen oft noch gut erkennt.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht ohne Rauch und Beschlag unter starkem Kochen, und gibt nach längerem Blasen auf Kohle für sich ein Kupferkorn. Das Fahlerz dagegen raucht, und gibt für sich kein Kupferkorn, auch färbt es in Salzsäure getaucht die Flamme nicht so schön blau als das Kupferglas.

$\dot{Cu}$ mit 79,7 Cu, 20,3 S, etwas Silber, Eisen ꝛc.

Kommt meist derb vor, mit andern Kupfererzen. Bekannt ist das von den Gumeschewkischen Gruben an der Turga, auf den Ablösungsflächen mit Kupferlasur und Malachit überzogen, worin Klaproth 78,5 Kupfer nachwies. Es hat einen vollkommen muscheligen Bruch, und glänzt stärker als das gewöhnliche. Im Banat bei Moldawa und Donatska, zu Kupferberg und Rudelstadt in Schlesien. Besonders ausgezeichnet in Cornwallis, wo hauptsächlich die Krystalle gefunden werden. Im Zechstein von Mansfeld in kleinen Partieen eingesprengt. Einen gewissen Ruf haben die sogenannten „Frankenberger Kornähren“, welche früher im Zechstein von Frankenberg in Hessen brachen: Kleine Zweige und Zapfen von Coniferen (Cupressites Ullmanni), die zu Kupferglas vererzten. Zu Bristol in Connecticut kommt es in großen glänzenden Krystallen vor, die mit Vortheil bergmännisch gewonnen werden.

Kupferindig Cu S beschreibt Freiesleben (Geogn. Arbeiten. III. 129) aus einer rückenartigen Flözpartie im Kupferschiefer von Sangerhausen. Es ist eine indigblaue bis schwarze Masse, mit glänzendem blauem Strich, sehr weich, Gew. 3,8. Zu Leogang in Salzburg bricht er sogar in biegsamen regulären sechsseitigen Tafeln (Breithaupt).

Auf Kohle brennt er wie Kupferkies. Der Kupferkies von den Gruben Badenweiler und Herrenseegen auf dem Schwarzwalde zeigt öfter einen blauen Ueberzug, der bei seltenen Stücken tief hineinfrißt. Derselbe soll nach Walchner 32,6 Schwefel, 64,8 Cu, 1 Pb enthalten, das gäbe ungefähr 1 Atom Kupfer auf 1 Atom Schwefel. 1826 fand ihn Covelli auch in den Schlacken des Vesuvs. Vergleiche auch die Kupferschwärze.

Digenit $\dot{\text{E}}\text{u}^2\dot{\text{C}}\text{u}$ (Pogg. Ann. 61. 673) von Chile und Sangerhausen soll nach Plattner eine Verbindung von Kupferglas und Kupferindig sein. Derbe schwärzlich bleigraue Massen von 4,6 Gew. und Härte 2—3.

Silberkupferglanz $\dot{\text{A}}\text{g} + \dot{\text{E}}\text{u}$ wurde von Bournon zu Schlangenberg am Altai erkannt. Stromeyer wies darin 52,3 Ag, 30,5 Cu und 15,8 S nach. Gew. 6,2. Sonst sieht es dem Kupferglas sehr ähnlich. G. Rose (Pogg. Ann. 28. 427) fand bei Rudelstadt in Schlesien Krystalle, die vollkommen mit Kupferglas stimmen: scheinbar reguläre sechsseitige Säulen mit einem Diheraeder $x = a : a : \infty a : \frac{1}{4}c$. Dieß ist der Beweis für den Isodimorphismus des Ag S mit Eu S.

Schon vor dem Löthrohr schwitzen nach Hausmann bei gutem Blasen Silberkörner aus dem Kupfer. Löst man den Regulus in Salpetersäure, so gibt Salzsäure einen starken weißen Niederschlag. In Chili mischt sich nach Domeyko Glaserz und Kupferglas in den verschiedensten Verhältnissen.

Zwei ausgezeichnete wenn auch seltene Selenverbindungen, die erstbekannten dieser Art, fand Berzelius auf den Kupfergruben im Serpentin zu Skrikerum in Småland, Berzelius Afhandl. i Fysik VI. 136:

Selenkupfer $\text{Cu}^2\text{ Se}$ mit 61,5 Se, 38,5 Cu von silberweißer Farbe, weich und geschmeidig, aber nicht krystallisirt. Auch zu Lerbach und Tannenglasbach.

Eukairit (εὔκαιρος zur rechten Zeit) $\text{Cu}^2\text{ Se} + \text{Ag Se}$ mit 26 Se, 38,9 Ag, 23 Cu. Bleigrau, weich. Auch nicht krystallisirt. Berzelius bekam es gerade zu Handen, als er sich mit den Selenverbindungen beschäftigte, woher der Name. Es sind also genau die entsprechenden Selenverbindungen von Kupferglas und Silberkupferglanz.

Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglas

sind die drei wichtigsten Erze für Kupfergewinnung, aber das Metall ist viel schwerer abzuscheiden, als aus den orydischen Erzen pag. 454. Zuerst müssen sie gehörig gattirt und mit Quarz gemischt werden, so daß sie etwa 3 — 10 p. C. Kupfer enthalten. Durch Rösten entfernt man dann einen Theil des Schwefels, und schmilzt in Schachtöfen. Es fließt nun eine Schlacke $\dot{\text{F}}\text{e}^3\dddot{\text{S}}\text{i}^2$ ab, und $\dot{\text{E}}\text{u}\,\dot{\text{F}}\text{e}$ (Rohstein) schmelzen abgesondert zusammen. So lange gehöriger Schwefel vorhanden, kann die Schlacke kein Kupfer mitnehmen, weil das Schwefeleisen seinen Schwefel an das Kupferorydul abgibt, wenn letzteres etwa beim Rösten sich gebildet haben sollte. Der Rohstein wird wiederholt geröstet, bis zuletzt beim Schmelzen ein Kupferstein mit 96 p. C. Kupfer fällt (Schwarzkupfer). Die Beimengungen von Eisen, Zink, Blei 2c. werden beim Schmelzen an der Luft orydirt, die gereinigte Oberfläche begießt man mit Wasser und hebt die erkaltete Kupferscheibe ab (Rosettenkupfer). Bei dem Proceß geht natürlich alles Silber in das Kupfer.

Hat das Schwarzkupfer so viel Silber, daß es die Scheidungskosten trägt, so bringt man es auf die Saigerhütte, wo man es mit Blei zusammen schmilzt, was das Silber aufnimmt, und durch Wärme vom schwer schmelzbaren bleihaltigen Kupfer getrennt werden kann. Neuerlich wendete man auch Steinsalzsole an: dieselbe zieht aus dem gepochten

Kupferstein das Silber, was durch Kupferplatten wieder der Lauge entzogen werden kann. Die Gegenwart von Blei und Wismuth erschweren aber die Arbeit.

Fahlerze.

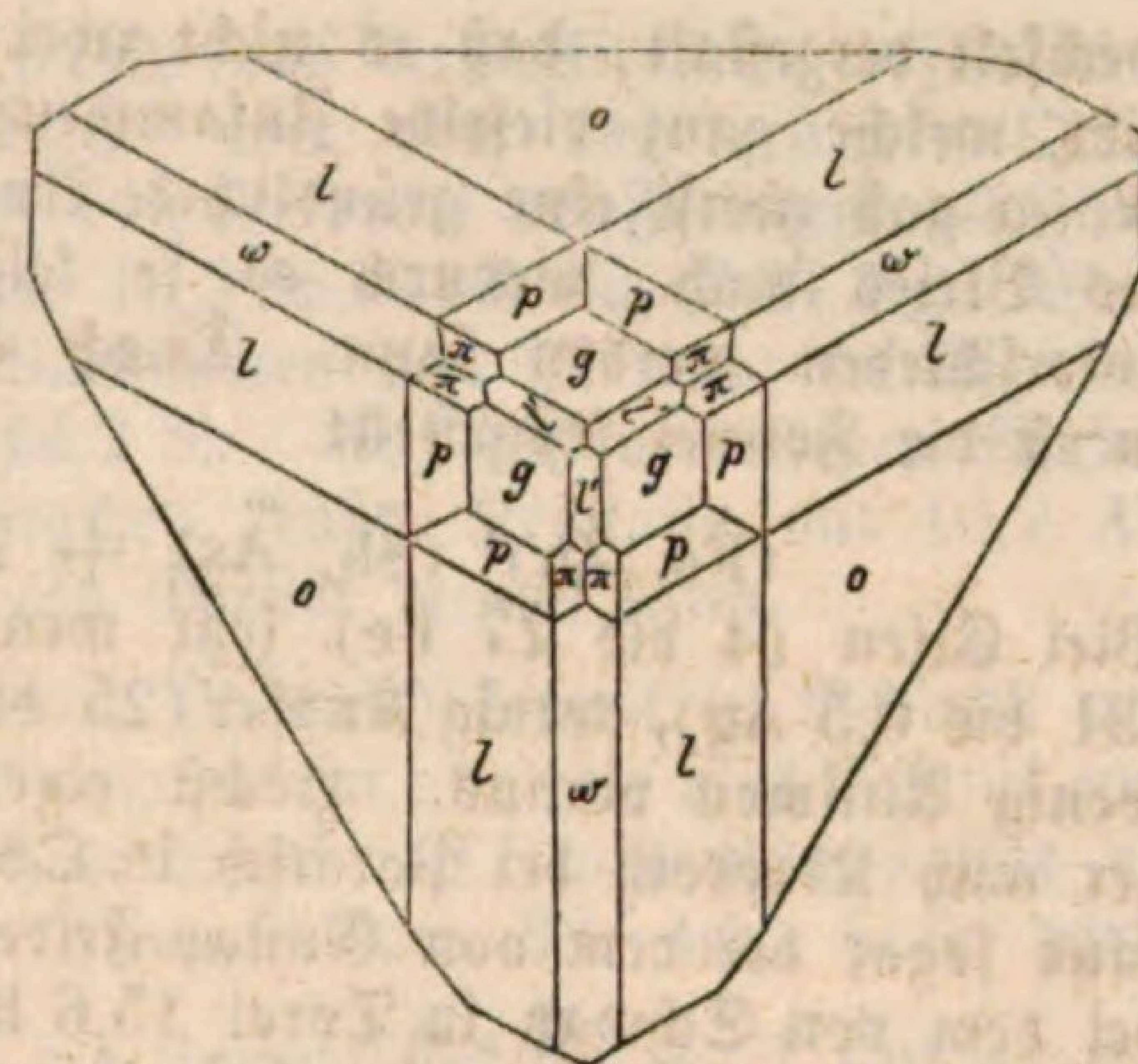
Fahl heißt so viel als Grau. Unter diesem gemeinsamen Namen kann man eine Menge complicirter Verbindungen begreifen, die man nicht gut besser unterbringt. Bergmännisch haben sie ebenfalls wegen des Kupfergehaltes Werth. Doch sind einige darunter noch so durch Silber angereichert, daß sie bei den Bergleuten als Giltigerze cursiren. Es sind verwickelte Schwefelsalze. „Bei der Analyse ist eine der größten Schwierigkeiten die Bestimmung der Menge des Schwefels und des Antimons, wenn in der Verbindung zugleich Silber oder auch Blei enthalten ist. Am vortheilhaftesten ist es, den Schwefel und die Metalle durch Chlorgas in Chlorverbindungen zu verwandeln, und die flüchtigen Chlorverbindungen von den nicht flüchtigen durch Destillation zu trennen" (Pogg. Ann. 15. 455). Die Zerlegung durch Chlorgas geschieht bei keinem Schwefelmetalle so leicht und in kürzerer Zeit, als bei denen, in welchen Schwefelantimon und Schwefelarsenik mit basischen Schwefelmetallen verbunden sind.

1. Fahlerz.

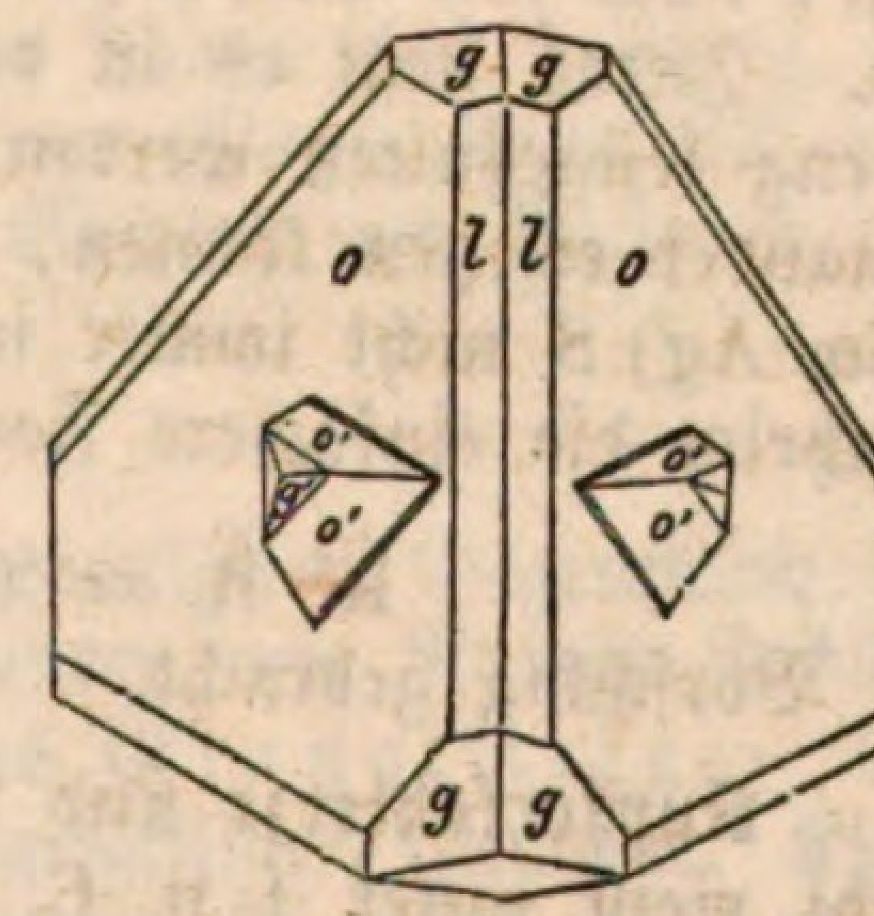
Ein alter bergmännischer Name. Nach Henkel verstand man darunter hauptsächlich die silberreichen, Argentum nigrum cineraceum Gediegen grawertz Agricola 703. Dient hauptsächlich zur Kupfergewinnung, daher Cuivre gris von den Franzosen, Grey Copper von den Engländern genannt.

Das ausgezeichnetste unter den tetraedrischen Krystallsystemen, und da es häufig krystallisirt, so ist es leicht an der Form erkennbar. Das Tetraeder o = a : a : a herrscht bei weitem am meisten vor, eine Streifung parallel den Kanten führt auf das Pyramidentetraeder l = a : a : $\frac{1}{2}$a pag. 68. Es bestimmt sich dasselbe durch das selten fehlende Granatoeder g = a : a : ∞a, welches vollflächig die Tetraederecken zuschärft. Die Kante g/l bildet eine Linie, senkrecht gegen die Richtung der Tetraederkante stehend. Außer diesen dreierlei Flächen o g l stumpft öfter der Würfel w die Kanten, und das Gegentetraeder o' die Ecken des Tetraeders o ab. Letztere ist zwar gar nicht gewöhnlich, und nur klein, so daß das tetraidische Aussehen dadurch nicht gestört wird.

Eine wichtige Rolle spielt auch das Granatoeder, welches sich im Tennantit zur herrschenden Form ausdehnt, daran stumpft dann das Tetraeder o die Hälfte der dreikantigen Ecken gerade ab, und das Pyramidentetraeder l die Hälfte der Kanten. Letztere pflegen oft sehr glänzend und scharf ausgebildet zu sein (Kapnik, Müsen), und bilden dann einen Gegensatz zum mattern Gegenpyramidentetraeder l', welches öfter (Kapnik) untergeordnet die zweite Gegenhälfte der Granatoederkanten abstumpft. G. Rose (Pogg. Ann. 12. 489) machte auf beistehende complicirte Krystalle auf einer Quarzdruse von Obersachsen bei Ilanz am Vorder-Rhein aufmerksam. Daran herrscht das Tetraeder o; Pyramidentetraeder l



schärft die Kanten o/o zu; Würfelfläche w stumpft die Tetraederkante o/o (respective l/l) gerade ab; drei Granatoederflächen g schärfen die Tetraederecken zu, woran dann das Gegenpyramidentetraeder l′l′l′ diejenigen Granatoederkanten abstumpft, welche l noch nicht abgestumpft haben. Zwischen g und l liegt das gebrochene Pyramidentetraeder p = a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a, der Hälftflächner vom gewöhnlichen Pyramidengranatoeder. Kleine Abstumpfungen in dieser Art findet man auch bei Kapnik. Endlich der vollflächige Pyramidenwürfel π = a : $\frac{1}{3}$a : ∞a durch die Zonen g/ω und p/p bestimmt. Derselbe kommt zu Gersdorf, bei Dillenburg auf der Grube Aurora, zu Müsen ꝛc. vor. Wenn das Pyramidengranatoeder fehlt, so läßt sich π dann aus der Zone g/l bestimmen. Aeußerst selten kommt eine gerade Abstumpfung der Pyramidenkanten von l vor, dieselben würden einem Deltoeder a : a : $\frac{3}{2}$a angehören (Naumann).



Zwillinge kommen unter andern sehr schön auf der Grube Aurora bei Dillenburg vor, es treten daselbst aus den Tetraederflächen Ecken heraus, die ihre Tetraederflächen lagern, wie das Hauptindividuum seine Gegentetraederflächen hat. Wenn die Zwillingsindividuen ins Gleichgewicht treten, so bilden sie die bekannte Form pag. 70, wo sich die Tetraederkanten rechtwinklig kreuzen, und der gemeinsame Kern ein Oktaeder ist.

Stahlgraue bis eisenschwarze Farbe, die Krystallflächen außerordentlich stark glänzend, kleinmuscheliger Bruch. Strich schwarz, häufig auch mit einem mehr oder weniger starken Stich ins Roth. Härte 3—4, mäßig spröde, Gew. 4,5—5,2.

Vor dem Löthrohr raucht es stark und schmilzt leicht zu einer Kugel, die bei Gegenwart von Eisen etwas magnetisch wird. Die Kohle beschlägt sich dabei weiß von Antimonoxyd, nahe an der Probe häufig mit einem gelblichen Zinkbeschlag, der kalt wieder weiß wird. Das Blei ist ihm fremd, wenn es nicht zufällig durch den mitvorkommenden Bleiglanz verunreinigt ist. Den Arsenikgehalt erkennt man am Geruch, besonders wenn man das fein gepulverte Erz mit Soda auf Kohle in der Reductionsflamme schmilzt: der Schwefel wird dadurch zurückgehalten und das Arsen allein verflüchtigt, der Geruch also nicht durch den Schwefelgehalt verdeckt. Reaktionen mit Flüssen werden nur rein, wenn man es vorher gepulvert sorgfältig röstet.

Chemisch bildet es so zahlreiche Varietäten, die so merklich von einander abweichen, „daß, wenn sie nicht alle dieselbe Krystallform hätten, man sie nicht für eine Species gehalten haben würde. Denn das Verhältniß der Bestandtheile in den Fahlerzen von verschiedenen Fundorten

wechselt dergestalt, daß es nicht zwei Fahlerze von verschiedenen Stellen gibt, welche ganz dieselbe Zusammensetzung haben." Klaproth Beiträge IV. 40 gab zuerst eine gründlichere Analyse, wies wenigstens den Mangel des Bleies nach, wodurch es so leicht von Spießglanz-Bleierz chemisch unterschieden werden kann. Durch H. Rose (Pogg. Ann. 15. 576) ist zuerst die Formel festgestellt

$$(\dot{Fe}, \dot{Zn})^4 (\dddot{Sb}, \dddot{As}) + 2 (\dot{Cu}, \dot{Ag})^4 (\dddot{Sb}, \dddot{As}).$$

Viel Eisen (4 bis 27 Fe) setzt wenig Zink (0 bis 5 Zn), viel Silber (31 bis 0,5 Ag), wenig Kupfer (25 bis 48 Cu) und viel Arsenik (24 As), wenig Antimon voraus. Höchst eigenthümlich ist ein Quecksilbergehalt, der nach Klaproth bei Poratsch in Oberungarn 6,25 p. C. beträgt, Hauer fand sogar bei dem von Gustav-Friderici daselbst 16,7 Hg, Weidenbusch bei dem von Schwatz in Tyrol 15,6 Hg. Solches wird daher auf Quecksilber verhüttet. Es gibt in offener Glasröhre einen Beschlag kleiner Quecksilbertropfen.

Seiner Häufigkeit nach gehört Fahlerz zu den gewöhnlichsten Erzen, durch Zersetzung sind ebenfalls, wie aus den geschwefelten Kupfererzen, salinische Kupfererze entstanden, wie z. B. bei Bulach auf dem Schwarzwalde.

Nach ihren Sulphobasen unterscheidet man Kupfer- und Silberfahlerze; nach den Sulphosäuren aber Antimon-, Arsen- und gemischtes Fahlerz. Indeß liegt es in der Natur der Sache, daß die Unterschiede nicht streng festgehalten werden können. Da ferner sämmtliche Basen sich unter einander ersetzen können, und das Atomverhältniß von (Fe, Zn) S zum (Cu, Ag) S nicht immer in dem Verhältniß von 1 : 2 steht, so hat Frankenheim die einfachere Formel

$$\dot{R}^4 \dddot{R} = (\dot{Cu}, \dot{Ag}, \dot{Fe}, \dot{Zn}, \dot{Hg})^4 (\dddot{Sb}, \dddot{As})$$

in Vorschlag gebracht.

Kupferfahlerze sind bei weitem die gewöhnlichsten, ihr Silbergehalt geht meist unter 1 p. C. hinab, und man kann sie ziemlich gut in drei Unterabtheilungen bringen:

a) Antimon-Fahlerz, Werner's Schwarzerz, hauptsächlich $\dddot{Sb}$ enthaltend.

$$(\dot{Cu}, \dot{Fe}, \dot{Zn}, \dot{Hg}) \dddot{Sb}.$$

Eisenschwarze Farbe. Nach Kerl enthält die derbe Masse im Rammelsberge bei Goslar gar kein Arsenik, sondern 28,8 Sb, 37,9 Cu, und nur 0,67 Silber. Derbe Masse von Durango in Mexiko hatte ebenfalls kein Arsenik, und 1,1 Ag. H. Rose analysirte die bekannten mit Kupferkies überzogenen pag. 612 von Zilla bei Clausthal. Unter der Kupferkiesdecke ist die Krystalloberfläche rauh. Die unzersetzte Masse hat einen dunkelrothen Strich. Sie hatten kein Arsenik, 28,2 Sb, 34,5 Cu, aber schon 5 Ag. Die zu Zwillingen so geneigten prachtvollen Krystalle von der Grube Aurora bei Dillenburg haben bereits 2,3 As, 34,4 Cu und nur 0,8 Ag. Die mit gelber Blende brechenden Siebenbürgischen (Kapnik) Krystalle 2,9 As, 38 Cu, 0,6 Ag. Die Quecksilber-Fahlerze von Toscana (2,7 Hg), Poratsch und Schwaz enthalten ebenfalls kein Arsenik.

b) Gemischtes Fahlerz, worin das Arsenik einen wesentlichen Antheil hat, sind zwar nicht gewöhnlich, aber doch von mehreren Orten bekannt. So enthalten die Krystalle von Gersdorf bei Freiberg mit Flußspath brechend nach H. Rose 7,2 As, 16,5 Sb, 38,6 Cu, 2,37 Ag. Ebelmen analysirte ein reines derbes Vorkommen von Mouzaïa in Algerien, 4,7 Gew. ohne Silber mit 9,1 As, 14,7 Sb. Auf den verlassenen Gruben von Markirchen in den Vogesen brachen früher Krystalle mit 10,2 As, 12,5 Sb, 0,6 Ag. So daß dieses als Muster dienen kann.

c) Arsenikfahlerz (Tennantit Phillips) kommt zu Redruth und St. Day in Cornwallis in kleinen Granatoedern vor, die blos Arsenik und kein Antimon enthalten, mit schwarzem Strich. Tetraederflächen sind oft kaum daran merklich. Kudernatsch (Pogg. Ann. 38. 397) fand darin 19,1 As, 48,9 Cu, 3,6 Fe. Da die Formel $\dot{Fe}^4 \dddot{As} + 2\,\dot{\overline{Cu}}^4 \dddot{As}$ nur 43 Cu erfordern würde, so glaubt er einen Theil des Kupfers als Cu S annehmen zu sollen, welches das Fe S ersetzen würde, also

$$(\dot{Fe}, \dot{Cu})^4 \dddot{As} + 2\,\dot{\overline{Cu}}^4 \dddot{As}.$$

H. Rose war auch bei den andern Fahlerzen schon zu einer ähnlichen Ansicht gekommen. Indeß da Cu S eine ungewöhnliche Basis ist, so bleibt man gegenwärtig bei der einfachern $(\dot{\overline{Cu}}, \dot{Fe})^4 \dddot{As}$ stehen. Breithaupt's

Kupferblende von der Grube Prophet Jonas bei Freiberg mit rothem Strich, 4,2 Gew., enthält nach Plattner (Pogg. Ann. 67. 422) 8,9 Zink, 2,2 Fe, 41,1 Cu, 18,9 As, und nur Spuren von Antimon und Silber, es ist daher ein zinkischer Tennantit:

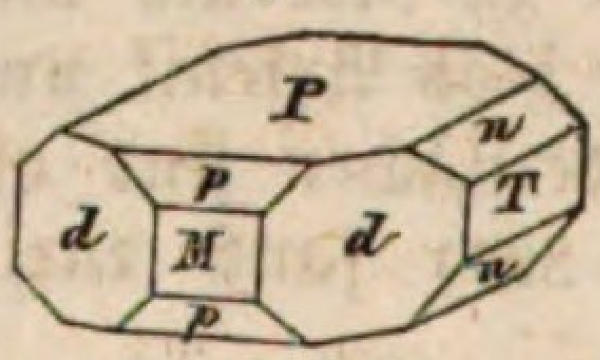
$$(\dot{\overline{Cu}}, \dot{Zn}, \dot{Fe})^4 \dddot{As}.$$

Silberfahlerz bildet seit alter Zeit den wichtigsten Gegenstand des Bergbaues, Werner begriff es hauptsächlich unter dem Namen Fahlerz, Klaproth (Beiträge I. 181 und IV. 54) nannte es Graugiltigerz, von Spätern wurde es dann auch Weiß- und Schwarzgiltigerz genannt. Klaproth rechnete dahin übrigens alle Fahlerze, wenn sie auch nur wenig Silber hatten, wie z. B. Kapnik, Poratsch, Annaberg, Zilla. Jetzt rechnet man dahin nur die reichen. Uebrigens ist es bemerkenswerth, daß bei solchen der Arsenik fast ganz fehlt. Auch variirt der Silbergehalt außerordentlich. So untersuchte Rammelsberg (Pogg. Ann. 77. 247) die schönen Tetraeder vom Meiseberge bei Harzgerode auf dem Unterharze, wo sie öfter mitten im Bleiglanz stecken, sie enthielten 7,3 bis 10,5 p. C. Silber und kein Arsenik. Berühmt waren im vorigen Jahrhundert die Krystalle und derben Massen von der Grube St. Wenzel bei Wolfach auf dem Schwarzwalde, „die etliche und 20 Mark Silber per Centner" gaben. Sie brachen mit Schwerspath im kalkigen Gneis. Klaproth fand darin 13,25 Ag, 25,5 Cu, H. Rose sogar 17,7 Ag und 25,2 Cu nebst 26,6 Antimon, aber kein Arsenik. Am silberreichsten sind die Krystalle von der Habacht-Fundgrube bei Freiberg, welche dort unter dem Namen „krystallisirtes Weißgültigerz" gewonnen werden, allein sie enthalten kein Blei pag. 610, aber 31,3 Ag, 14,8 Cu, 24,6 Sb rc. und kein Arsenik.

2. Bournonit.

Graf Bournon beschreibt es in den Philos. Transact. 1804 pag. 30 als Sulphuret of Lead, Antimony and Copper aus der Grube Huel Boys bei Endellion im nördlichen Cornwallis. Klaproth Beiträge IV. 82 analysirte es als Spießglanzbleierz, Werner nannte es in seinen letzten Jahren nochmals Schwarzspießglanz, zu Kapnik nannten es die Bergleute längst Rädelerz. Antimoine sulfuré plumbo-cuprifère Hauy's.

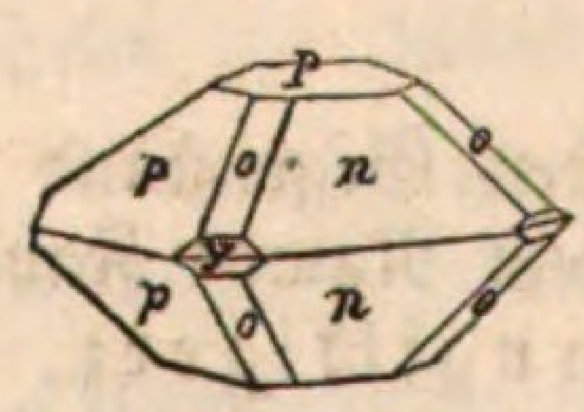
2gliedrig, aber die Krystalle oft schwierig zu entziffern. Schon



Phillips gibt die Säule d = a : b : ∞c 93° 40′ an, sie kommt häufig nur sehr untergeordnet vor, was das Erkennen erschwert. Das auf die stumpfe Säulenkante aufgesetzte Paar n = b : 2c : ∞a mit 83° 29′ über T in b glänzt stark, und kann bei den großen Krystallen von Neudorf leicht mit dem Anlegegoniometer controllirt werden. Das auf die stumpfe Kante aufgesetzte Paar p = a : 2c : ∞b mit 87° 8′ über M in a ist meist matt und unförmlich, und daran öfter leicht zu erkennen. In den vorstehenden Krystallen von Bräunsdorf dehnen sich dann P = c : ∞a : ∞b, M = a : ∞b : ∞c, und die etwas blättrige T = b : ∞a : ∞c zum Tafelartigen aus. Wenn sich dagegen die beiden Paare n und p vergrößern, wie bei Neudorf, so gleichen sie einem viergliedrigen Oktaeder, an welchem das Hauptoktaeder o = a : b : c die Endkanten abstumpft. Dasselbe hat für c = 1 die Axen

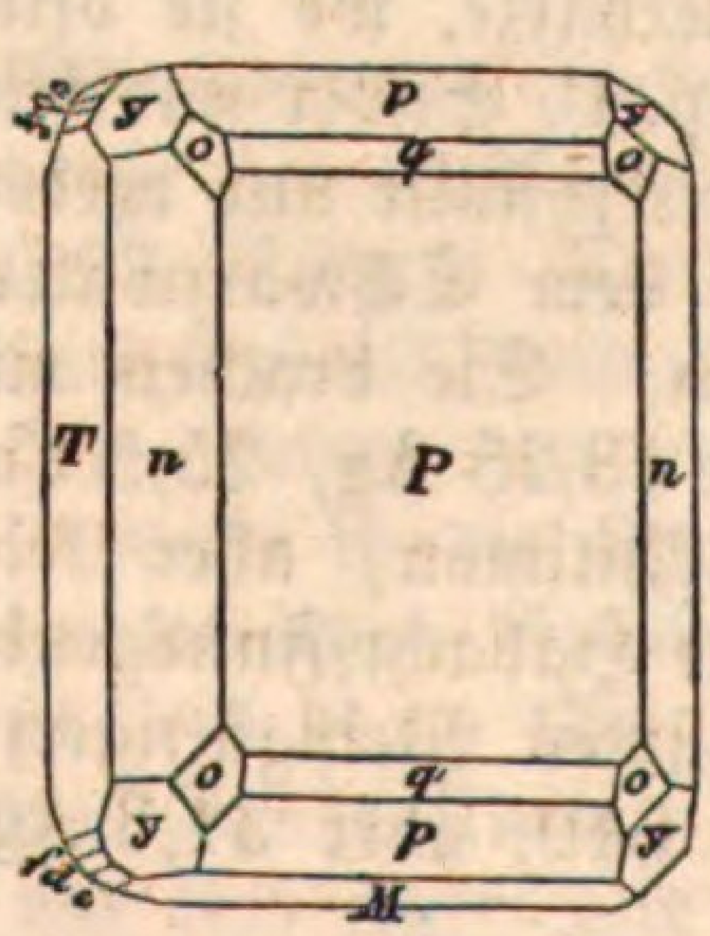
$$a : b = \sqrt{4{,}421} : \sqrt{5{,}025};\ lga = 0{,}32272,\ lgb = 0{,}35035.$$

Die vordere Endkante mißt 136° 7′, die seitliche 133° 3′, die Differenz beider beträgt nur 3°. Darunter kommen gewöhnlich kleine Oktaederflächen y = a : b : 2c vor. Faßt man diese Kry-



stalle übrigens näher ins Auge, so sieht man besonders auf der matten p einspringende Winkel und Ungleichheiten: es zeigt das Zwillingsverhältnisse an, indem zwei Individuen die Säulenfläche d = a : b : ∞c gemein haben, und sich durchkreuzen. Da die Säulenwinkel nur um 3° 40′ vom Rechten abweichen, so verwechselt man sie leicht mit einfachen Individuen. In England dagegen durchkreuzen sich die Individuen, wie das schon Bournon beschreibt, und erinnern dann durch ihr Bild an Staurolith pag. 236.

Es kommen daselbst sehr complicirte Krystalle vor, meist mit Neigung



zur Tafelform. Beistehender von Haidinger abgebildeter Krystall hat außer PMTnpoy, die Säule d = a : b : ∞c nur sehr klein, daneben kommt noch e = a : 2b : ∞c, und f = 2a : b : ∞c, q = a : c : ∞b. Zwischen q/o liegt öfter a : c : 2b. Phillips gibt noch viele andere an, namentlich auch in der Verticalzone M/P.

G. Rose (Pogg. Ann. 76. 291) sucht die Form des Bournonit's mit Arragonit in Beziehung zu bringen, man muß dann aber die Krystalle nach der Verticalzone p/p aufrecht stellen. Da nun eine beim Bournonit vorkommende Fläche t = $\frac{3}{4}$a : c : ∞b in der Axe a den Winkel 115° 16′ macht, welcher vom Arragonit nur 1° abweicht, so müßte man

dieser Säule die neuen Axen A : B : ∞c geben, dann würde p = A : $\frac{2}{3}$B : ∞c. Eine beim Arragonit nicht häufige l = c : $\frac{2}{3}$b : ∞a macht in c 85° 33′, und da die scharfe Säulenkante des Bournonit's d/d 86° 20′ beträgt, so wäre d = C : $\frac{2}{3}$B : ∞a zu setzen. Dann ließe sich Uebereinstimmung annähernd in den Winkeln herausbringen. Allein die Zwillinge passen nicht, das macht schon die ganze Sache unwahrscheinlich, so interessant der Vergleich mit Rothgülden ist.

Dunkel bleigrau, kaum dunkeler als Antimonfahlerz, innerlich einen stark glänzenden kleinmuscheligen Bruch. Einzelne Krystallflächen haben einen sehr starken Glanz, während andere wieder auffallend matt sind. Härte 2—3, spröde, namentlich Krystalle leicht zerspringend, Gew. 5,8.

Vor dem Löthrohr stark verknisternd, doch kann man ihn mit Gummilösung leicht halten, er schmilzt dann außerordentlich schnell, gibt sogleich einen weißen Antimonbeschlag, dem dann sofort ein gelber von Bleioxyd folgt. Das Korn nimmt daher schnell an Größe ab, wird zuletzt geschmeidig, und gibt mit Soda ein kleines Kupferkorn.

$$\overset{\prime}{Cu}\,\overset{\prime}{Pb}{}^2\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb} = \overset{\prime}{Cu}{}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb} + 2\,\overset{\prime}{Pb}{}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb} = (\overset{\prime}{Cu} + 2\,\overset{\prime}{Pb})^3\,\overset{\prime\prime\prime}{Sb},$$

mit 40,8 Blei, 12,6 Kupfer, 26,3 Antimon, 20,3 Schwefel von Neudorf, H. Rose Pogg. Ann. 15. 573. Wie die Antimonfahlerze, so enthält auch er kein Silber, sofern er frei vom beibrechenden Fahlerz ist.

Da beim Cuproplumbit pag. 586 $\overset{\prime}{Cu}$ mit $\overset{\prime}{Pb}$ isomorph zu sein scheint, so stimmt seine Formel mit der des Rothgülden pag. 608. G. Rose macht nun auf das interessante Verhältniß aufmerksam, daß wie das Rothgülden dem Kalkspath, so der Bournonit dem Arragonit ähnlich krystallisiren.

Mit Fahlerz und Kupferkies zusammen zu Neudorf auf dem Unterharz bis zu faustgroßen Krystallen, Wolfsberg bei Stollberg, Bräunsdorf bei Freiberg, Andreasberg, Rosenhöferzug bei Clausthal. Das Nädelerz von Schemnitz bildet einfache Primitivformen PMT mit der Säule dd. Cornwall, Mexiko, Peru.

Der Prismatoidische Kupferglanz Mohs Grundr. Min. II. 559 auf Spatheisenstein von Wolfsberg in Kärnthen (Antimonkupferglanz) sieht dem Bournonit sehr ähnlich, 2gliedrig, Härte 3, Gew. 5,7. Enthält aber neben 17,6 Antimon, 10,3 Arsenik, 26,2 Schwefel, 28,4 Blei, 17,5 Kupfer.

Schilfglaserz Freiesleben's vom Himmelsfürst bei Freiberg, wird schon von Romé de l'Isle Cristall. III. 54 als mine d'argent grise antimoniale deutlich beschrieben. Ein seltenes Mineral. Phillips (Mineralogy 1823. pag. 290) hat die Krystalle zuerst gemessen, darnach würden sie 2gliedrig sein: zwei meßbare blättrige Brüche M = a : b : ∞c bilden eine geschobene Säule von 100°. Ihre vordere stumpfe Kante wird durch eine Reihe unbestimmter Flächen abgestumpft, die den Säulen ein längsgestreiftes schilfartiges Aussehen geben. Drei Paare sind auf die scharfe Säulenkante aufgesetzt, wovon das obere Paar in c den Winkel von 130° 8′ macht. Da diese Beschreibung jedoch mit der von Hausmann (Pogg. Ann. 46. 146) gar nicht stimmt, so meint G. Rose, Phillips habe Krystalle von Weißgiltigerz pag. 610 vor sich gehabt. Nach

Hausmann's Angaben bilden die Krystalle Oblongoktaeder mit 91° und 68° in den Seitenkanten. Die Endecke gerade abgestumpft. Der Winkel 91° erinnert an d/d vom Bournonit. Wöhlers Analyse gab

23,7 Ag, 30,1 Pb, 27 Sb, 18,7 S, also ungefähr $5 \dot{Ag} + 7 \dot{Pb} + \dddot{Sb}$; da eine andere Analyse auch etwas Schwefelkupfer gab, so glaubt G. Rose ihn als Silberbournonit, worin das Schwefelkupfer durch Schwefelsilber vertreten wäre, ansehen zu dürfen, also

$$(\dot{Ag}, \dot{Pb})^3 \dddot{Sb}$$

Schwärzlich bleigrau, Härte 2—3, Gew. 6,19. Vor dem Löthrohr auf Kohle verhält es sich wie Bournonit, hinterläßt aber ein Silberkorn.

Kupferantimonglanz Zincken von Wolfsberg auf dem Unterharz (Pogg. Ann. 35. 357), bildet breitstrahlige blättrige Masse von 2gliedriger Krystallform. Eine Säule $g = a : b : \infty c$ 135° 12′, $b = b : \infty a : \infty c$ sehr blättrig und längs gestreift, die Gradendfläche $c = c : \infty a : \infty b$ undeutlich blättrig, $\frac{g}{2} = a : \frac{1}{2}b : \infty c$. Bleigrau, Härte 3—4, Gew. 4,7. Vor dem Löthrohr auf Kohle leicht schmelzbar, mit starkem Antimonrauch, ohne Bleibeschlag, zuletzt mit Soda ein kleines Kupferkorn:

$$\dot{Cu} \dddot{Sb} \text{ mit } 24{,}5\ Cu,\ 1{,}4\ Fe,\ 46{,}4\ Sb,\ 26{,}3\ S,$$

Spuren von Blei. Bricht auf Spießglanzgruben.

Enargit (ἐναργης deutlich) Breith. Pogg. Ann. 80. 383 bricht in großen derben Massen zu Morococha in Peru mit Tennantit und Kupferkies, 14,000′ hoch auf der Cordillere. 2gliedrige deutlich blättrige Säulen von 98° 11′ mit Endfläche und beide Säulenkanten abgestumpft, die alle jedoch nur undeutlich blättrig schimmern. Eisenschwarz, Härte 3, Gew. 4,4. Die Blättrigkeit der Säulenflächen soll auffallend sein, woher der Name. Plattner fand 32,2 S, 17,6 As, 1,6 Sb, 47,2 Cu. Daraus macht Plattner die Formel $\dot{Cu}^3 \overset{''}{\dddot{As}}$, woran die ungewöhnliche Schweflungsstufe von As + 5 S wie beim Xanthokon pag. 609 auffällt. Lieferte in einem Jahre für 90,000 Thaler Schwarzkupfer.

3. Nadelerz.

Auf Goldgängen im Quarz von Katharinenburg eingesprengt. Soll schon 1786 von Patrin für Wismuthglanz gehalten sein, wurde aber dann für gediegen Chrom angesehen, und von Werner zu den Chromerzen gestellt, bis John (Gehlen Journ. Chem. V. 227) den Irrthum aufdeckte. Mohs (v. d. Null Mineral. Kab. III. 726) beschreibt es 1805 unter diesem Namen ausführlich. Needle Ore, Bismuth sulfuré plumbo-cuprifère.

Scheinbar 2gliedrige längsgestreifte nadelförmige Krystalle ohne bekannte Endflächen. Selten einige Linien dick, meist feiner bis haarfein. Schwärzlich bleigrau, aber fast immer tombakbraun bis messinggelb angelaufen, woran man es leicht erkennt. Härte 2—3, Gew. 6,7.

Nach Berzelius schmilzt es auf Kohle leicht, raucht und setzt einen weißen an den innern Kanten gelben Beschlag ab, hinterläßt ein Wis-

muthähnliches Metallkorn. Mit Soda ein Kupferkorn. Frick (Pogg. Ann. 31. 529) fand 10,6 Cu, 36 Pb, 36,4 Bi, 16,6 S, was ungefähr zu der Formel des Bournonits

$$\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}{}^{2}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}} = \overset{\prime}{\mathrm{Cu}}{}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}} + 2\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}{}^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}} = (\overset{\prime}{\mathrm{Cu}} + {}^{2}\overset{\prime}{\mathrm{Pb}})^{3}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}}$$

führen würde, worin statt Schwefelantimon Schwefelwismuth steht. Es wäre interessant, wenn das Krystallsystem dereinst diese Ansicht bestätigte. Der einzige sichere Fundort ist der Quarz auf den Goldgängen von Beresow, das gediegene Gold kommt sogar in den Krystallen vor. Durch Verwitterung entsteht Kupferlasur und Malachit, welch letzterer fälschlich für Chromocker ausgegeben wurde. Bei fortschreitender Zersetzung bleibt zuletzt noch eine gelbe erdige Masse von unreinem Wismuthocker pag. 561 zurück.

Der Schwarzwald ist am Ende des vorigen Jahrhunderts durch die Bemühungen des Bergraths Selb in Wolfach wegen einiger seltenen Wismutherze berühmt geworden.

Auf der verlassenen Grube Königswart unterhalb Schönmünznach an der Murg auf der badisch-württembergischen Gränze kamen feine Nadeln in Quarz eingesprengt vor, ihre Farbe ist schwarz, doch laufen sie an der Oberfläche schwach messinggelb an. Das erinnert an Nadelerz, als welches sie auch Prof. Kurr (Grundzüge Mineral. 3te Aufl. pag. 310) aufführt. Der Gang setzt in der Arkose des Steinkohlengebirges auf. Chemisch nahe steht ihm das

Wismuthische Silbererz Klaproth. Selb in Crell's Chem. Ann. 1793. 1. B. pag. 10 (Wismuthsilber, Wismuthblei), was auf den nebeneinander liegenden Gruben Friedrich-Christian und Herrenseegen in der wilden Schappach ohnweit Wolfach auf dem Schwarzwalde noch bis in die neuere Zeit gewonnen und verhüttet wird. Es ist eine kleinkörnige, feinspeisige, in Quarz eingesprengte Masse, licht bleigrau, milde, Härte 2—3. Man kann es durchaus nicht recht rein bekommen. Selb sah es nur ein einziges Mal fein nadelförmig krystallisirt in einer Drusenhöhle von Quarz.

Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, wobei dann aber sogleich die schmelzende Probe von quarziger Bergmasse bedeckt wird. Nimmt man letztere mit Soda weg, so bleibt nach längerm Blasen ein Wismuthähnliches Metallkorn zurück, während die Kohle sich mit Blei und Wismuthoxyd beschlägt. Auch Antimonrauch fehlt nicht. Wie es überhaupt schwer hält, auch nur kleine von Bleiglanz, Kupferkies oder Fahlerz freie Proben zu erhalten. Klaproth (Beiträge II. 291) fand darin 33 Blei, 27 Wismuth, 15 Silber, 0,9 Kupfer, 4,3 Eisen, 16,3 Schwefel. Obgleich Selb das beste Material dazu geliefert hatte, so war die Probe doch noch bis gegen den 4ten Theil mit quarziger Gangart verunreinigt, die in Abzug gebracht werden mußte. Demnach scheinen $\overset{\prime}{\mathrm{Ag}}$, $\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}$ und $\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}}$ die wesentlichen Bestandtheile zu sein. Vielleicht ein Silbernadelerz. Wird im Schwarzwalde auf Silber verschmolzen, ausgesuchte Stücke halten wohl 20 Mark Silber per Centner. Der mitvorkommende Bleiglanz ist auffallend silberarm, und wird an die Töpfer verkauft.

Wismuthkupfer, Selb Denkschriften Aerzte und Nat. Schwabens I. 311 und 419 (Kupferwismutherz). Ist auf der Kobaltgrube Neuglück bei Wittichen im Anfange dieses Jahrhunderts vorgekommen. Bleigrau wie

Fahlerz, aber röthlich anlaufend. Wenig glänzend. 4,9 Gew., Härte 3—4. Bildet Gänge von etwa 1 Zoll Dicke im verwitterten Granit. Selb legte selbst nur wenige Stufen zurück, und meint daß es 1715 auf der dortigen Danielsgrube vorgekommen sein möchte, wo aus mehreren Centnern Kupfer- und Wismuthhaltiger Erze 133 ℔ Gaarkupfer und 36 ℔ Wismuth geschmolzen sein sollen. Klaproth Beitr. IV. 91 fand darin 47,3 Wismuth, 34,7 Kupfer, 12,6 Schwefel, was also auf $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}$ und $\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}}$ schließen läßt.

Kobellit J. Setterberg Pogg. Ann. 55. 635 aus den Hvena-Kobaltgruben in Nerike mit Glanzkobalt, Kupferkies und Arsenikkies brechend. Strahliger Bruch und von Grauspießglanzartigem Ansehen, aber 6,3 Gew. Die Formel

$$4\,\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}{}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}} + \overset{\prime}{\mathrm{Fe}}{}^3\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}}{}^2, \text{ vielleicht } (\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}, \overset{\prime}{\mathrm{Fe}})^3\,(\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}}, \overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sb}})$$

gäbe ein Nadelerz, welches statt Kupfer Eisen hätte, und statt des Wismuth etwas Antimon.

Chiviatit Pogg. Ann. 89. 320 von Chiviato in Peru, Gew. 6,9, bleigrau, stark metallglänzend, dem Wismuthglanz ähnlich, drei blättrige Brüche in einer Zone, wovon zwei mit 153° und 133° sich gegen den dritten Hauptblätterbruch neigen. 60,9 Wismuth, 18 Schwefel, 16,7 Blei, 2,4 Kupfer, etwaige Formel $(\overset{\prime}{\mathrm{Pb}}, \overset{\prime}{\mathrm{Cu}})^2\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Bi}}{}^3$.

4. Zinnkies Wr.

Das Bell-metal ore (Glockenmetall) der englischen Bergleute bricht auf einem 9 Fuß mächtigen Gange zu Huel Rock im Kirchspiel St. Agnes. Etain sulfuré, Tin Pyrites.

Regulär, aber äußerst selten in Würfeln krystallisirt. Die Farbe liegt zwischen licht stahlgrau und messinggelb. Schwarzer Strich. Nicht stark glänzend. Härte 4, Gew. 4,35. Gewöhnlich stark durch Kupferkies verunreinigt, dessen Beimengung man zuweilen noch erkennt, das erschwert auch die genaue Kenntniß der Zusammensetzung. Klaproth hat ihn zweimal analysirt, Beiträge II. 257 und V. 228, und Kudernatsch (Pogg. Ann. 39. 146) schlägt die Formel vor

$$(\overset{\prime}{\mathrm{Fe}}, \overset{\prime}{\mathrm{Zn}})^2\,\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sn}} + \overset{\prime}{\mathrm{Cu}}{}^2\,\overset{\prime\prime}{\mathrm{Sn}}.$$

Letzterer fand 29,6 S, 25,5 Zinn, 39,4 Cu, 12,4 Fe, 1,8 Zn. Kenngott meint, es sei blos ein Schwefelzinnhaltiger Kupferkies $\overset{\prime}{\mathrm{Cu}}\,\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{R}}$, worin das Schwefeleisen durch Schwefelzinn $(\overset{\prime\prime\prime}{\mathrm{Sn}})$ vertreten wäre. Vor dem Löthrohr schmilzt es leicht, und gibt einen Zinnbeschlag, der in der Hitze leuchtet. Als das einzige Erz, worin das Zinn geschwefelt vorkommt, hat es Interesse. Es soll später auch bei Zinnwalde vorgekommen sein.

Sechste Classe.

Inflammabilien.

Von inflammare verbrennen. Eine Klasse, die schon von den ältesten Mineralogen (Avicenna) gemacht ist, doch stellte man vieles dahin, was nicht dahin gehört, wie Schwefel, Diamant. Lassen wir dieß hier weg, so bilden die Inflammabilien eine sehr natürliche Gruppe, die aber keine Mineralien im Sinne der ersten 5 Klassen enthält, nämlich keine unorganische Verbindungen, die sich blos nach chemischen Gesetzen bildeten: sondern organische Produkte, die ursprünglich Pflanzen (seltener Thieren) angehörten, und die sich im Schoße der Erde in scheinbar mineralische Substanz veränderten. Vor allem gehören dahin

Kohle, Bitumen und Bernstein.

Auch Salze mit organischen Säuren kommen hin und wieder darin vor. Sie brechen deshalb auch nicht mehr (oder doch nur sehr vereinzelt) im krystallinischen Urgebirge oder in vulkanischen Gesteinen, nicht auf Gängen, sondern auf Lagern und eingesprengt in das Flözgebirge.

Ihr chemischer Hauptgehalt ist Kohlenstoff, weil die Kohle allein unter den festern Theilen der Pflanze vorherrscht. Ueberall wo Pflanzen so begraben wurden, daß der Kohlenstoff nicht verwesen konnte, ist der Rest Kohle mit Sauerstoff und Wasserstoff untergeordnet.

1. Kohlen.

Man versteht darunter die schwarze und braune Kohle, die so viel zum Brennmaterial dient. Sie ist mehr oder weniger reiner Kohlenstoff, und knüpft nicht sowohl an den Diamant pag. 241, als vielmehr an den Graphit pag. 511 unmittelbar an, dessen organischen Ursprung man aber nicht mehr direkt nachweisen kann, während er sich auch auf chemischem Wege bei Hüttenprocessen leicht bildet.

a) Steinkohle.

Werner nannte sie Schwarzkohle. Houille. Common Coal.

Unkrystallinisch und dadurch im Gegensatz mit Graphit stehend. Muscheliger Bruch. Vollkommen schwarz, sammtschwarz, mit schwarzem Strich. Halbmetallischer starker Glanz bis matt. Oft bunt angelaufen. Gyps- bis Kalkspathhärte, meist sehr spröde. Gew. 1,3 bis 1,5. Durch Reiben

negativ elektrisch. Fühlt sich nicht kalt an. Das Pulver färbt Aetzkali nicht, oder doch nur unbedeutend.

Chemische Bestandtheile sind Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff; Schwefelkies und Bergart unwesentlich. Allein das Verhältniß der drei Bestandtheile wechselt außerordentlich. Es gibt (magere) Kohlen, die fast rein aus C bestehen, andere (fette) haben außer C noch einen wesentlichen Gehalt an O und H, welche sich zu einem Bitumen verbunden haben, das mit lichter Flamme brennt, und woher der beim Verbrennen so eigenthümliche gerade nicht unangenehme Geruch kommt. Die Elementaranalyse geht aus Folgendem hervor:

	Holzfaser;	Braunkohle;	Steinkohle.
C	51,4—52,6;	55—76;	73—96,5.
O	43—42;	26—19;	20—3.
H	6—5,5;	4,3—2,5;	5,5—0,5.

Der Gehalt an Kohle nimmt von der Holzfaser bis zur Steinkohle zu, Sauerstoff dagegen ab. Die Entstehung beruht ohne Zweifel auf einem einfachen Faulungsproceß, der unter dem Abschluß der atmosphärischen Luft vorgieng. Die Kohle fand nicht Sauerstoff genug, um gänzlich verschwinden zu können. Ja Dr. Kremers (Pogg. Ann. 84. 74) weist den Zusammenhang nach, in welchem die Holzfaser mit der Kohlenbildung zu stehen scheint: die Holzfaser veranlaßt nämlich bei der Destillation des Holzes wesentlich die Bildung von Essigsäure. Nun zeigt sich, daß unter den Produkten der trockenen Destillation von Braunkohle, auch wenn sie noch so zersetzt sein mag, entschieden Essigsäure vorkommt, es scheint also noch unzersetzte Holzfaser darin zu sein, während bei ächten Steinkohlen solche Anzeichen gänzlich fehlen. In der Steinkohle sind also alle Spuren unversehrter Holzfaser geschwunden, was direkte Untersuchungen mit dem Mikroskop auch bestätigt haben. Der Druck der Wassersäule und des später darauf abgelagerten Gebirges trugen dann noch das ihrige bei, daß das Ganze sich zu einer so homogenen Masse vereinigte. In Beziehung auf den Gehalt an Asche muß man wesentlich zweierlei unterscheiden: der größte Theil stammt vom Gebirge, und besteht dann aus Thon und Schwefelkies; ein kleiner gehört dagegen schon der Pflanze als solcher an. Dieser beträgt aber in der Asche lebender Pflanzen meist unter $\frac{1}{3}$ p. C., und besteht hauptsächlich in Kali- und Natronsalzen, mit etwas Phosphorsäure, Kieselerde rc., kann daher auch für die Steinkohlen keine große Bedeutung haben. Die Kohlen kommen übrigens so rein vor, daß die Asche mancher Cannelkohle nur 0,5 p. C., von Commentry sogar nur 0,24 p. C. beträgt. Dr. Kremers glaubt den Beweis führen zu können, daß die ursprünglichen Aschenbestandtheile aus der Braun- und Steinkohle gänzlich entfernt seien: dieß zeigen nicht blos die sehr geringen Spuren von Phosphorsäure, sondern die unlöslichen Silicate selbst in der compactesten Kohle.

Der Bitumengehalt ist bei der Anwendung als Brennmaterial von dem größten Einfluß, denn derselbe brennt mit rußiger Flamme, läßt sich daher vor dem Löthrohr leicht nachweisen. Der Rückstand, englisch Coaks genannt, verhält sich verschieden: bei den fetten glänzenden Kohlen bläht und krümmt er sich, und backt zuletzt zu einer glänzenden porösen Masse zusammen; bei den fetten matten und bei den magern bleibt die

Probe unverändert. Zwischen beiden Extremen kommen aber alle Mittelstufen vor. In verschlossenen Gefäßen erhitzt geben besonders dieselben mehrere ausgezeichnete Destillationsprodukte: brennbare Gase (worunter auch Leuchtgas), bituminöses Oel, ammoniakalische Wasser, der Rückstand ist Coaks.

In der Praxis werden außerordentlich viele Unterschiede gemacht. Bei der Eintheilung muß man besonders auch die mineralogischen Kennzeichen nicht mit denen von der Structur hergenommenen vermischen, wie das seit Werner so viel geschieht. Denn der Structur nach zählen sie zu den Gebirgsarten.

Mineralogisch kann man etwa folgende 5 Varietäten unterscheiden:

1. **Anthracit** Hauy, Kohlenblende Karsten. Werner begriff ihn unter seiner Glanzkohle. Vollkommen muscheliger Bruch.

Ist am härtesten und schwersten, Gew. 1,8. Die Farbe eigenthümlich graulich schwarz (Eisenschwarz), besonders wenn man die Stücke neben Glanzkohle legt. Der Glanz neigt etwas zum Matten. Bitumen fehlt ihm, daher brennt er vor dem Löthrohr nicht, bedeckt sich aber mit Asche ($\dddot{Si}$, $\dddot{Al}$, $\dddot{Fe}$), die in Amerika als vorzügliches Dungmittel benutzt wird. Bei dem ersten Anwärmen verknistert er stark, das wirkt auf den Luftzug in Hochöfen sehr nachtheilig. Der reine Kohlengehalt geht bei einigen westphälischen Abänderungen auf 96 p. C. Er schließt sich durch diese Kennzeichen unmittelbar an den Graphit pag. 511 an. Hauy glaubte sogar, daß er krystallinisch sei und blättrigen Bruch habe. Derselbe beschreibt reguläre sechsseitige Säulen und Oktaeder (Traité de Minér. IV. 441). Doch mögen wohl Absonderungsverhältnisse den großen Meister im Erkennen der Blätterbrüche getäuscht haben. Die alpinische Kohle von La Mure, Hering in Tyrol, der Thonschiefer von Ebersdorf im Voigtlande liefern gute Beispiele für die Charakterfarbe.

Gewöhnlich nimmt man jedoch den Begriff im weitern Sinne, und nennt auch die sammtschwarze Kohle noch Anthracit, wenn sie nur mager genug ist, und vor dem Löthrohr nicht brennt: so die 30′—50′ mächtigen Schichten zwischen Susquehanna und Delaware mit Thonschiefer und Grauwacke wechselnd; die mächtige Kohle in Südwallis, Schottland ꝛc., die Becken von Mons und Anzin. Das kleine Lager am Hackebach bei Zunsweier an der untern Kinzig, was neuerlich wieder in Baden so große Hoffnungen erregt. Die Franzosen nennen diese jedoch passender Houille sèche. In Südwallis ist sie so mager, daß sie lange nicht gebraucht werden konnte, weil sie schwer brennt. Allein mit warmem Gebläse gibt sie ein vortreffliches Feuer, und kann direkt zur Hochofenfeuerung angewendet werden. Sie raucht beim Brennen nicht.

Wenn Gänge von Porphyr und Basalten Kohlenlager durchsetzen, so haben sie öfter den nächstgelegenen Kohlen das Bitumen entzogen. Auf diese Weise können selbst Braunkohlen (am Meißner in Hessen) in Anthracit verwandelt werden.

2. **Glanzkohle.** Zeigt ebenfalls vollkommen muscheligen Bruch, ist aber sammtschwarz (kaum einen Stich ins Grau), und mit dem stärksten Glanz, der überhaupt bei Kohlen vorkommt. Sie ist spröde und zerbrechlich. Es gibt eine magere und fette. Die magere flammt nicht, bildet

den Uebergang zum Anthracit, und wird, wie wir soeben sahen, auch häufig schon so genannt. Die fette dagegen brennt wegen ihres großen Bitumengehaltes mit rußiger Flamme, dabei krümmt sich die Probe nicht selten ganz wurmförmig, und verwandelt sich in Coaks, der um so poröser ist, je mehr Bitumen entwich. Diese spielt im Kohlengebirge bei weitem die wichtigste Rolle, besonders in den Lagern, die man Schiefer- und Grobkohle nennt. Sie dient in Deutschland vorzugsweise zur Gasbereitung. Bei der Heitzung von Hochöfen ist das Bitumen hinderlich, und wird vorher durch Brennen weggeschafft, indem man aus ihr im Großen Coaks bereitet.

Eine ausgezeichnete Glanzkohle kommt auch hin und wieder untergeordnet im Braunkohlengebirge vor, wie z. B. am Meißner in Hessen. Ihr Strich ist zwar nicht vollkommen schwarz, doch kann man sie im Mörser nicht braun reiben. Sie bildet Concretionen in der erdigen Braunkohle, und geht dann über in die

3. **Pechkohle.** Dieselbe hat ein durchaus pechartiges Ansehen, sehr homogenen großmuscheligen Bruch, die Farbe geht ins Braun, und der Glanz ins matte Halbopalartige. Sie ist nicht sehr spröde, kann daher verarbeitet werden. Wegen ihres großen Bitumengehaltes brennt sie mit starker Flamme. In der Steinkohlenformation ist sie noch nicht gewöhnlich. Dagegen kommen ausgezeichnete Holzstämme schon im weißen Keupersandstein vor. Die besten Kohlenpartheien der Braunkohlenformation neigen sich meist zur Pechkohle. Eine Pechkohle ist ohne Zweifel auch der im Alterthume so berühmte

Gagat Plinius hist. nat. 36. 34: Gagates lapis nomen habet loci et amnis Gagis Lyciae... niger est, planus, pumicosus, non multum a ligno differens. Zu Leucolla wurde er vom Meere ausgeworfen, wie der Bernstein, daher auch schwarzer Bernstein genannt. Wahrscheinlich war es auch der schwarze Edelstein bei Plin. hist. nat. 37. 67: Samothracia insula ejusdem nominis gemmam dat nigram, ac sine pondere, ligno similem. Seit uralter Zeit knüpfte sich besonders in der Medicin viel Aberglaube daran.

Es ist in solchen Fällen immer schwer, das rechte Ding für den Namen zu finden: Hausmann (Handb. Mineral. II. 1539) nimmt die Braunkohle dafür, allein diese hat gerade das am wenigsten edle Ansehen; Emmerling (Lehrbuch Mineral. II. 50) das Judenpech, doch das ist zu bröcklich. Agricola de natur. foss. IV. pag. 596 hält ihn für Bitumen, was in der Erde hart und politurfähig geworden sei. Seit Bauhin (Hist. font. Boll. pag. 23 succinum nigrum seu gagates, deutsch schwarzer Agstein) begreift man in Schwaben sehr passend unter Gagat die schwarzen Platten aus dem Posidonienschiefer des Lias, welche in der That nichts weiter zu sein scheinen, als verhärtetes Bitumen. Auch das Jet der Engländer stammt aus der gleichen Formation von Whitby. Sie haben Bruch und matten Glanz der Pechkohle, und brennen fast so lebhaft als Asphalt, aber tröpfeln nicht von der Pincette ab, und hinterlassen sehr poröse schaumige Coaks. Ein solcher Gagat ist schon wegen der Seltenheit seines Vorkommens etwas Gesuchtes, und die Mitte zwischen Bitumen und Steinkohle haltend auch etwas Eigenthümliches. Nach Dufrénoy

(Trait. Minér. III. 727) gewinnt man im Grünsand von St. Colombe Aude Dep. einen „Jaïet", der zu allerlei kleinen Schmucksachen verarbeitet wird: enthält 61,4 C, 38 Bitumen.

4. **Cannelkohle** hat einen matten Jaspisbruch, matter als Pechkohle, mit glänzendem Strich, daher politurfähig. Da sie zugleich schwer zersprengbar ist, so wird sie verarbeitet. Im Großen schieferig, was man in Handstücken gewöhnlich nicht wahrnimmt. Unter den Kohlen des Steinkohlengebirges die bituminöseste, daher sehr leicht, Gew. 1,2, und mit loher Flamme brennend, woher der Name stammen soll (Candle Licht). Der Rückstand bläht sich vor dem Löthrohr nicht, oder doch nur wenig. Die Analyse gibt 74,5 C, 5,4 H, 19,6 O. Ihr großer Reichthum an Wasserstoff deutet auf Reichthum an Bitumen, und beim Erhitzen geben sie 44 p. C. flüchtige Theile ab. Trotz ihres dichten Zustandes gehören sie doch zu den reinsten Abänderungen, denn der Aschengehalt geht bis auf 0,5 hinab. Das macht sie besonders beliebt zum häuslichen Gebrauch. In England und Frankreich findet sie sich hauptsächlich in den obern Schichten zu Wigan in Lancashire, Cleehill in Shropshire, bei Newcastle in Durham, Gilmeston bei Edinburg, Nordamerika rc. In Frankreich heißt sie Houille maigre und bricht zu Epinac, Blanzy rc. Dosen, Tintefässer, Leuchter, Knöpfe rc. werden besonders aus der Schottländischen verfertigt. Zur Gasbeleuchtung die beste, aber die Coaks sind schlecht.

5. **Faserkohle**, Werner's mineralogische Holzkohle, bildet die erdigen schmutzenden Schichten zwischen Glanzkohle, im Querbruch von grauschwarzer matter Farbe. Blättert man aber die Glanzkohle ab, so treten fasrige, etwas seidenglänzende eckige Platten zum Vorschein, die verdrückter Holzkohle gleichen. Zerrieben gleichen sie Ruß, daher die damit reich angeschwängerten Kohlen auch wohl als Rußkohle angeführt werden. Eine ganz magere Substanz, deßhalb auch fasriger Anthracit gegenannt, die Bergleute heißen sie Rahm oder Gisch. Die Gluth des Hochofens, welche das Roheisen flüssig macht, reicht nicht hin, sie zu verbrennen, denn sie kommt mit der Schlacke unverändert wieder heraus. In größerer Menge verhindert sie das Zusammenbacken der Glanzkohle bei der Verkohlung. Für das Erkennen der ächten Steinkohle ist dieß die wichtigste Substanz, und Göppert hat dargethan, daß sie unter dem Mikroskop die wohlerhaltene Structur von Araucarien zeige, die wegen ihres häufigen Vorkommens in der Steinkohlenformation den Namen **Araucarites carbonarius** trägt.

Geognostisch, d. h. nach ihrer Struktur im Lager, unterscheidet man folgende Abänderungen:

1. Schieferkohle, bei weitem die häufigste Steinkohle. Sie bildet geschichtete Kohlenflötze, in denen strichweis die Faserkohle mit der Glanzkohle wechselt, wie man besonders auf dem Querbruche sieht. Die Glanzkohle hat dabei bei weitem das Uebergewicht. Die Schichtung ist nicht selten so regelmäßig, daß man sie mit Jahresringen der Bäume verglichen, auch sogar in allem Ernste dafür gehalten hat. Von dem Irrthum überzeugt man sich jedoch leicht. Solche Anordnung kann nur Folge eines sehr regelmäßigen Niederschlags sein.

2. Grobkohle. Werner (Emmerling Mineral. II. 63) hat schon frühzeitig diesen Unterschied gemacht unter Widerspruch von Voigt. Und ein Fehler war es allerdings, wenn man die Verschiedenheit in der mineralogischen Beschaffenheit suchte, da sie doch einzig und allein in der Struktur liegen kann. Die Faserkohle trägt hier nicht mehr zur Schichtung bei, die Stücke springen vielmehr unbestimmt eckig und nach keiner geraden Flucht weg. Häufig zeigen sie Spiegelflächen, welche durch Druck des Gebirges entstanden sind. Mit einem Worte: die ganze Kohlenmasse ist verworren gelagert. Ein ganz vortreffliches Beispiel liefert die kleine Ablagerung magerer Kohle bei Zunsweier an der untern Kinzig im Schwarzwalde. Die 77 Meter mächtige Ablagerung von bald fetter, bald magerer Kohle zu Creuzot liegt ebenfalls ungeschichtet und wirr durcheinander. Wenn man in dieser Weise den Begriff der Grobkohle festhält, so steht sie allerdings mit der Schieferkohle im Gegensatz.

Stangenkohle nannte Werner die stangenförmig abgesonderte Pechkohle aus dem Braunkohlengebirge vom Meißner. Der Basalt, welcher das dortige Braunkohlengebirge überlagert, scheint seinen Antheil daran zu haben. Die Säulen, zuweilen von außerordentlicher Regelmäßigkeit, sondern sich gerade wie die Basaltsäulen ab, sind aber meist nur daumendick. Auch in dem Steinkohlengebirge kommen in der Nähe der durchbrechenden Porphyre ähnliche Absonderungen vor.

Blätterkohle gehört ebenfalls mehr dem Braunkohlen- als dem Steinkohlengebirge an. Die Schichtung ist hier so vollkommen und dünnflächig, daß namentlich bei der Verwitterung das Ganze sich in papierartige Blätter sondert. Die Kohlen pflegen sehr durch Thon und Schwefelkies verunreinigt zu sein. Ueber

die **Bildung** der Steinkohlen ist man zwar noch nicht ganz im Klaren, allein daß sie lediglich Pflanzenprodukte seien, kann man kaum streitig machen. Denn abgesehen von der Faserkohle, welche offenbar aus Trümmern untergegangener Coniferenwälder besteht, die meist immer an der Schieferkohle Theil haben, zeigt nach Hutton selbst die compakteste Kohle Northumberlands ein Pflanzenartiges Zellgewebe, zwischen welchem eine zweite Art von Zellen bituminöser Natur sitze, die sich beim Verbrennen schon verflüchtigen, noch ehe die übrige Kohle angegriffen wird. Ja entfernt man nach Göppert's Beobachtung mit Salpetersäure das Kali und seine Salze, damit sie im Feuer behandelt mit der Kieselerde nicht zusammen schmelzen können, so findet man in der Asche selbst der dichtesten Kohle Parenchym- und Prosenchymzellen. Es fällt freilich auf, daß in den Kohlen selbst sich so wenig Pflanzenabdrücke zeigen, allein sie fehlen nicht ganz, auch mögen sie durch den Verkohlungsprozeß verwischt sein. Daß der Verkohlungsprozeß Pflanzenstructur mit Leichtigkeit dem Auge entziehe, das zeigen die Pechkohlenstämme des weißen Keupersandsteins in Schwaben auf die deutlichste Weise: ihr äußerer Umriß und die lenticellenartigen Eindrücke ihrer Oberfläche deuten den Baumstamm unwiderleglich an, aber innerlich ist die ganze Masse so homogen, daß man mit der Loupe vergeblich nach den Spuren der Holzstructur sucht. Und doch ist dieß nur Pechkohle, die Glanzkohle scheint noch mehr Zerstörungskraft besessen zu haben.

Ueber den Kohlenschichten liegen dagegen die Pflanzen in großen Massen angehäuft, unter ihnen herrschen die Sigillarienstämme, zu welchen die Stigmarien die Wurzel gebildet haben sollen. Araucariten und Calamiten stehen in Beziehung auf Menge in zweiter Linie. In dritter Linie Farren und Lepidodendren. Der Schieferthon, in welchen die Flötze eingebettet sind, scheint häufig sogar der Boden gewesen zu sein, worauf die Pflanzen wuchsen: denn wenn die Beobachtung der englischen Bergleute richtig ist, daß die wurzelartig ausgebreitete Variolaria bei Newcastle wiederholt unter den Kohlenflötzen unverletzt ausgebreitet liegt, und wenn ferner es keinem Zweifel unterliegt, daß sie die Wurzeln von den Sigillarien waren, so bildete der Schieferthon den alten Humusboden, worin die Pflanzen wuchsen. Die Stämme selbst wurden zerstört und gaben das Material zur Kohle, während die schwimmenden Blätter und Hölzer im Schieferthon über den Kohlen ihr Lager fanden, da es eine bekannte Thatsache ist, daß gerade im Hangenden der Kohlen die meisten Pflanzenabdrücke gefunden werden. Jedenfalls weist die Schieferkohle auf ruhigen Absatz hin. Nun hat zwar Chevandier ausgerechnet, daß unsere Wälder 9 Jahre an dem Kohlengehalt des Luftprismas der Atmosphäre zu zehren hätten, und daß 100 Jahre dazu gehören würden, um auf der Waldfläche eine Steinkohlenschicht von 7 Linien (16 Millimeter) zu erzeugen: eine einzige Kohlenschicht von 1 Fuß Mächtigkeit hätte nach solchen Daten schon 2000 Jahre Zeit verlangt. Allein mögen auch diese Voraussetzungen nicht ganz richtig sein, so kommt man bei der Mächtigkeit der Kohlen immerhin zu Zeitläufen von schwindelnder Größe. Um die Zeiträume doch nicht gar zu groß zu erhalten, nahm schon A. Brongniart an, daß die Atmosphäre der Steinkohlenzeit reicher mit Kohlensäure geschwängert war, als die heutige: ein feuchtes tropisches Inselklima mochte die Sache beschleunigen. Auch ist die Natur der Pflanzen sehr in die Wagschale zu legen: es sind vorherrschend kryptogamische Gefäßpflanzen mit Mangel an Holzgefäßen, die Hauptsache war ein schwammiges Zellgewebe, was der Axe nicht genug Festigkeit gewährte, schwere Zweige zu tragen. Solche Stangenwälder bedurften nicht wie unsere Hölzer Jahrhunderte, sondern wenige Monate reichten hin, um die Sumpffläche mit einem dichten Waldgrün zu decken. So schnell das empor schoß, eben so schnell sank es in sich wieder zusammen, in kürzerer Zeit als heute konnten Pflanzenreste sich anhäufen, welche dann von Strömen tiefern Stellen zugeführt und ausgebreitet wurden. Auch konnten Torfbildungen die Sache beschleunigen.

Bei der Grobkohle, wie wir sie oben festgestellt haben, wirkten ohne Zweifel Anschwemmungen großer Ströme mit, darauf scheint schon das Durcheinander im Lager der Kohlensubstanz hinzuweisen. Wie noch heute in dem Deltaland großer Ströme sich Massen von Vegetabilien in den Grund versenken, besonders wenn sie, wie der Missisippi und die südamerikanischen Ströme, aus Urwäldern herkommen, so wird es auch bei jenen ersten Landbildungen nicht an fortführenden Kräften gefehlt haben. Wenn noch zur Diluvialzeit die sogenannten „Adamshölzer" am Eismeer ihren Weg bis zu Gegenden fanden, wo heutiges Tages die Vegetation aufhört, so wäre es gegen alle Wahrscheinlichkeit, wenn man nicht auch

schon früher solche Anhäufungen annehmen sollte. Die Dicke der Kohlenschicht darf daher nur bedingt als Zeitmaß genommen werden.

Praktisch unterscheidet man die Kohlen blos nach ihrem Verhalten im Feuer. In England hauptsächlich vier Sorten:

1. Caking-Coal (Backkohle, Houille grasse) schmelzen und backen zu einem schwammigen Coak, welcher grauen metallischen Glanz hat. Das entweichende Bitumen benutzt man zur Gasbereitung. Da sie durch ihr Schmelzen den Rost verstopfen, so wird der Coak gleich bei den Gruben im Großen dargestellt. Die Kohle wird dadurch leichter und die Brennkraft concentrirter. Meist von mittlerm Alter.

2. Splint-Coal (Houille sèche), sie bläht sich beim Erhitzen nicht, sintert höchstens zusammen (Sinterkohle), es ist die Kohlenstoffreichste und an Bitumen ärmste, sie wird daher nicht zur Gasbereitung benutzt, kann aber gleich direkt zur Schmelzung des Eisens und Heizung von Dampfmaschinen angewendet werden. Geognostisch öfter die älteste.

3. Cannel-Coal (Houille maigre), eine dichte Kohle mit mattem Bruch, schmutzt aber nicht. Sie ist sehr reich an Bitumen, und brennt mit der stärksten Flamme. Dem Alter nach die jüngste pag. 631.

4. Cherry-Coal ist sehr bröcklich, zerfällt beim Druck zu Sand, welcher die Luftwege stopft. Muß daher beim Gebrauch mit Splintkohle gemischt werden.

Technisch und nationalökonomisch ist die Steinkohle nicht blos wichtig, weil sie ein Brennmaterial gibt, was nicht auf der Erdoberfläche vorher zu wachsen brauchte: sondern mit Steinkohlenfeuer kann auch der größte Effect erreicht werden.

Die Brennkraft guter Kohle ist dreimal stärker als die von Buchenholz, und 1 Cubikfuß Kohle kommt 7 Cubikfuß Buchenholz gleich. Der Effect der Hitze hängt lediglich von der Menge Kohlenstoff ab, welcher in einer gewissen Zeit verflüchtigt wird: nun brennen die Holzkohlen dem Volumen nach zwar schneller als Coaks, der Masse nach aber langsamer. Die vorherige Verkohlung hat den Zweck, schädliche Theile, z. B. Schwefel, wegzuschaffen, dann die Gase zu entfernen, die bei ihrer Expansion nicht blos Wärme binden, sondern bei Hochöfen auch den Desoxydationsproceß stören.

Bei der Gewinnung vermeidet man es so viel als möglich, daß die Stücke zerbröckeln, denn im Handel unterscheidet man zwischen Stückkohle und Kohlenklein. Das Kohlenklein ist nicht blos für den Zug bei der Feuerung nachtheilig, sondern bewirkt auch, daß die aufgehäuften Kohlen sich erhitzen und sogar entzünden. Denn da den Kohlen meist etwas Schwefelkies im fein vertheilten Zustande beigemischt ist, so oxydirt sich derselbe beim Zutritt der Luft. Dabei wird Wärme frei, und wird diese nicht durch Luftwechsel entfernt, so steigert sie sich bis zum Anzünden. Die Kohlenbrände bilden einen der größten Feinde beim Abbau. Bei der Londoner Gewerbeausstellung war ein Kohlenblock von 270 Ctr. aus Staffordshire, einer von 325 Ctr. aus Südwales, sogar einer von 500 Ctr. aus Derbyshire ausgestellt.

Der Vorrath von Kohlen im Innern der Erde ist unerschöpflich. England steht in dieser Beziehung oben an, und verdankt ihnen einen

großen Theil seines industriellen Uebergewichts. Es gewann 1852 740 Millionen Ctr., am Ausgangsorte 10 Mill., am Consumtionsorte 20 Mill. Pfund Sterling werth! Die Kohlenfelder nehmen über 500 Quadratmeilen, also fast den 10ten Theil des Landes ein. Das berühmteste Feld von Northumberland und Durham, worauf Newcastle liegt, versieht London, was allein über 70 Millionen Centner bedarf. An der Meeresküste ist es zur Ausfuhr besonders günstig gelegen, welche allein gegen 1400 Schiffe beschäftigt. Ja in diesen nördlichen Grafschaften sollen mehr Personen unter als über der Erde leben. Man zählt 40 Flötze von einer Gesammtmächtigkeit von 44', worunter zwei Hauptflötze, das High Main- (6') und Law Mainflötz ($6\frac{1}{2}$'), am meisten in Angriff genommen sind. In Centralengland versammelt besonders Dudley bei Birmingham die großen Eisenwerke um sich. Von 11 bauwürdigen Flötzen ist das mittlere 30'—40' mächtig und erstreckt sich über einen Raum von 60 engl. Quadratmeilen. Das erst neuerlich bekannt gewordene Südwalliser Kohlenbecken übertrifft an Reichthum noch alle, man rechnet auf 1 Morgen (Acre) 2 Millionen Ctr. Viele Schichten übereinander sind 3' bis 9', das mächtigste sogar 20'. Im Südschottischen Kohlengebirge bei Paisley westlich Glasgow haben 10 Lager übereinander eine Gesammtmächtigkeit von 100'.

Preußen hat in Deutschland den wichtigsten Antheil an der Kohlengewinnung: 1852 wurden über 103 Mill. Ctr. gefördert (26 Mill. Tonnen à 4 Ctr. Preuß.), der Ctr. 9 kr. am Gewinnungsort. Sie haben eine Brennkraft von 10 Mill. Klafter Kieferholz, deren nachhaltige Hervorbringung 1200 Quadratmeilen, also mindestens $\frac{1}{4}$ der Monarchie, verlangen würde. Nach Göppert ist Oberschlesien das reichste Kohlenrevier in Europa, von Tost bis Alvernia 14 Meilen lang, und von Hultschin bis Lierwirz 12 Meilen breit. Die Kohlen liegen in der Ebene und gehen an vielen Stellen zu Tage aus. Das Xaveryflöz bei Bendzin in Polen 5—7 Lachter (sogar bis 60') mächtig, wird durch Tagebau getrieben. Die Königsgrube in Preußen förderte 1842 aus 4 Flötzen von 4'—15' Mächtigkeit 300,000 Tonnen Preuß. Das Niederschlesische Kohlengebirge liegt auf dem Gebirgssattel von Waldenburg zwischen dem Riesengebirge und den Sudeten: die Fuchsgrube baut auf 19 Flötzen, hat einen schiffbaren Stollen und lieferte 1844 355,000 Tonnen Kohlen. Porphyre haben das Gebirge gehoben und zerrissen.

Am Rhein liefert besonders die Grafschaft Mark (Dortmund) die für Südwestdeutschland so wichtige Ruhrkohle. Sie bildet die Fortsetzung der belgischen Kohlen auf der rechten Rheinseite, nördlich des rheinischen Schiefergebirges, und setzt auf der linken Rheinseite über Aachen, Eschweiler nach Belgien fort. Südlich vom Hundsrücken zeichnet sich das Kohlenbecken von Saarbrücken durch seinen ungeheuern Reichthum aus. Unter mächtigen rothen Sandsteinen liegen zwischen Völklingen an der Saar und Berbach in Rheinbaiern 5 Meilen lang 167 verschiedene Flötze, darunter das Blücherflötz 14' mächtig. 77 Flötze von 2'—14', zusammen 238' mächtig, werden abgebaut. Und würde man auch die kleinern mitzählen, so käme eine Gesammtmächtigkeit von 375' heraus. Der Preußische Antheil zwischen Saar und Blies beträgt allein über 800,000 Millionen Ctr.! Davon werden jährlich 9 Millionen Ctr. gewonnen.

In Belgien, wo $^1/_{22}$ der Grundfläche den Steinkohlenfeldern ange-

hört, woraus jährlich (1850) über 100 Mill. Centner gewonnen wurden, sind die Flötze durch die Hebung des rheinischen Schiefergebirges sehr zerrissen, selbst zickzackförmig gebogen, was den Abbau sehr erschwert, und die Werke reichen über 1000′ unter den Meeresspiegel. Bei Lüttich zählt man 61, bei Bergen sogar 115 bauwürdiger Flötze von 1′—3′ Mächtigkeit.

In Frankreich verdeckt die Kreideformation diesen Kohlenzug, allein unter der Kreideformation wird das kostbare Material noch gewonnen, in der Umgegend von Valencienne werden allein 4000 Hüttenwerke mit Kohlen betrieben. Das wichtigste Kohlenbecken Frankreichs ist jedoch das Revier der Loire (Rive de Gier und St. Etienne) südwestlich von Lyon, was allein ⅖ der französischen Kohlenausbeute liefert. Die 6,2 Meilen lange Mulde ist zwischen krystallinisches Urgebirge eingeklemmt. Auf der Loireseite kommen 12 Flötze von 150′ Mächtigkeit vor, drei messen 18′, 30′ und 50′, das mittlere allein soll sogar stellenweis 100′ erreicht haben. St. Etienne steht mitten auf diesem Kohlenreichthum, aber unter der Stadt darf nicht gebaut werden. Die aufrechten Sigillarienstämme in den dortigen Sandsteinbrüchen sind längst berühmt. Selbstkosten der Ctr. 7 kr. Das Revier des Centrumkanals (Creuzot und Blancy) liegt westlich Chalons sur Saone, wo der Kanal beginnt und zur Loire geht. Die Wasserscheide liegt im Kohlengebirge, wo in einem künstlichen Bassin sich die Kohlenschiffe sammeln. Das große Eisenwerk Creuzot sichert allein eine jährliche Consumtion von 1½ Mill. Centner, und ob es gleich sein Erz als Bohnenerz aus der Juraformation und aus dem Alluvialboden des Berry bezieht, so liefert es doch die Anker und riesigen Maschinen für die Häfen von Marseille und Toulon. Es ist aber auch eine der mächtigsten Kohlen auf Erden. Das Flötz von Creuzot ist in der Streichungslinie auf 1000—1700 Meter bekannt, und 20 bis 60 Meter mächtig. Bei Montchanin geht sogar ein Querschlag 110 Meter lang ununterbrochen in der Kohle fort, und da das Flötz ungefähr 45° einfällt, so ist es 77 Met. = 237′ mächtig. Freilich verändert sich das bald wieder, doch wird die durchschnittliche Mächtigkeit immerhin 25 Met. = 77′ angegeben! Man hat dieses Flötz über 1 Stunde weit (4000 Metr.) verfolgt. Nach der Breite der Mulde und dem Einfallswinkel der Schichten wurde der tiefste Punkt auf 27,000′ berechnet, allein direkte Erfahrungen bei Saarbrück haben in neuern Zeiten gezeigt, wie trügerisch solche Berechnungen sind. Frankreich hat außerdem noch mehr als 40 kleinere Kohlenreviere, häufig zwischen Urgebirge eingeklemmt, ist aber dennoch im Ganzen arm zu nennen. Auch

das südliche Deutschland theilt dieses Schicksal. Zwar tritt wie an den Vogesen, so auch am Schwarzwalde Kohlengebirge in ausgezeichneter Deutlichkeit zu Tage, wie an der untern Murg, im Gebiete der Kinzig bei Zunsweier und Schramberg, aber unter der Last des Buntensandstein können vielleicht die kohlenreichen Glieder nicht recht zu Tage treten. Nur auf badischem Gebiet im Hakenbach findet sich ein kleiner Kohlenbergbau. Das Kohlengebirge ist etwa 480′ breit zwischen Gneus eingeklemmt, man zählt 6 Flötze, darunter Nester von 18′ Mächtigkeit. Auch am Südrande des Frankenwaldes und längs des Böhmer- und Bayerischen Waldes tritt das Kohlengebirge an verschiedenen Stellen zu Tage. Bei Stockheim im nördlichen Bayern und in dem anliegenden Meiningischen Gebiet Neuhaus wird seit neuerer Zeit Bergbau darauf getrieben (Leon-

hard's Jahrb. 1853. 1), die geringste Mächtigkeit des Kohlenflötzes beträgt 6′, allein die Kohle hat so viel Schwefelkies, daß sie erst gewaschen werden muß, bevor man sie zu metallurgischen Prozessen verkoksen kann. Der kleinen Becken im Thüringer Wald (Manebach), am Harze (Wettin, Löbejün, Opperode, Meisdorf, Ihlefeld) nicht zu gedenken. Solche vereinzelte Erscheinungen des ächten Kohlengebirges führen zu der Vermuthung, daß im kohlenarmen südwestl. Deutschland das reichere Becken unter dem Buntensandsteine verborgen liege.

Das Königreich Sachsen hat zwar nur drei kleine, aber sehr ausgezeichnete Ablagerungen am nördlichen Rande des Erzgebirges: 1) bei Zwickau an der Mulde mit 8—9 Flötzen im Durchschnitt je 6—8′ stark, das sogenannte tiefe Planitzer Flötz ist 20—24′, das Rußkohlenflötz sogar 30′ mächtig. Der Erdbrand auf dem linken Muldeufer südlich von Planitz bei Zwickau, „wo der Erdboden so warm ist, daß ein Treibhaus für exotische Pflanzen darauf angelegt werden konnte", steht bereits seit Agricola (de ortu et causis Subterraneorum lib. II. pag. 505) in hohem Ruf: mons carbonum, qui abest a Zuicca oppido ad duo millia passuum, ardet. Cum enim suo tempore vireat, tamen semper continet in se ignem comburentem saepe numero substructiones eorum qui id genus bitumen effodiunt: interdum betullas, quibus mons est vestitus, me autem puero per aliquot dies magno arsit incendio. 2) Im Chemnitzer Revier unterscheidet Naumann eine ältere Kohle bei Ebersdorf und Haynichen, und eine jüngere bei Flöha, Niederwiesa, Gickelsberg. 3) Das Döhlener Bassin im Plauischen Grunde bei Dresden, zwar nur mit 4 Flötzen, das bedeutendste aber in einer Mächtigkeit von 12′—20′.

Oestreich gewann 1842 12 Mill. Centner Stein- und Braunkohlen, worüber eine höchst lehrreiche Uebersicht in den „Tafeln zur Statistik der östreichischen Monarchie für das Jahr 1842" zusammengestellt ist. Das Hauptsteinkohlenfeld, durch Graf Caspar von Sternberg so bekannt geworden, liegt in Böhmen im Gebiet der Beraun zwischen Prag und Mies. Ein anderes Feld bei Brünn in Mähren. Im Banat zu Porkar ꝛc. kommt eine Kohle vor, welche man in Stücken von 3—4 Ctr. gewinnen kann, sie ist nicht backend, und soll an Heizkraft selbst die beste englische Steinkohle übertreffen, und sich ganz besonders zur Feuerung von Dampfschiffen eignen, was der Entwickelung der Dampfschifffahrt auf der Donau sehr zu Statten kommt.

Rußland hat in seinem großen europäischen Centralbecken nicht blos ausgezeichneten Bergkalk, sondern darin auch die beste Kohle: am Donetz sind schon 225 Flötze über einander nachgewiesen, die im Durchschnitt eine Mächtigkeit je von 2′ haben. Es erinnert dieser Reichthum an den Oberschlesischen. Er setzt auch auf die Nordküste von Kleinasien über, wo die Türken an den Küsten des schwarzen Meeres bei Tyrla-Asy Kohlenflötze von 120 Zoll Mächtigkeit ausbeuten (Zeitschrift deutsch. Geol. Gesellsch. IV. 96).

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika finden sich hauptsächlich 4 gewaltige Kohlenfelder, die auf Uebergangsgebirge und Bergkalk lagern. Das größte unter allen, das

Appalachische Kohlenfeld in Pensylvanien, Ohio und Virginien schließt sich mit seinem südöstlichen Flügel unmittelbar an das Allegany-

gebirge an, ist hier gehoben, gefaltet und zerschlagen, reicht dann aber nach Westen in einer Breite von 36 Meilen über den Ohiokanal hinaus, seine Länge beträgt aus der Gegend von Bloßburg im nördlichen Pensylvanien bis Huntsville in Alabama gegen 150 Meilen, und das Oberflächen-Areal über 2500 deutsche Quadratmeilen. In den Urwäldern der drei großen schiffbaren Ströme Alleghany und Monongahela, die bei Pittsburg den Ohio bilden, streichen überall die horizontalen Kohlenflötze an den Abhängen der Ufer nahe am Rande des Wassers zu Tage. Das berühmte Pittsburger Flötz am Ohio von 10′ Mächtigkeit mit den besten bituminösen Kohlen kann man auf 10 deutsche Meilen weit den Monongahela hinauf bis Brownsville verfolgen. Die Kohlenwagen können aus ihren horizontalen Gängen heraus die Ladung unmittelbar in die Barken liefern, welche am Flußufer vor Anker liegen. Bequemer konnte es die Natur nicht bieten. Die amerikanischen Geologen machen die interessante Bemerkung, daß die horizontal gelagerte Kohle im Westen bituminös sei, je näher aber den Bergen, desto mehr nimmt der Bitumengehalt ab, in den Bergen selbst kommt der ausgezeichnetste Anthracit vor, wie z. B. Pottsville am Shylkill westlich Philadelphia: 13 Flötze folgen nach einander in senkrechter Schichtenstellung, worunter einige 8′—10′ mächtig, die Kohle schmutzt nicht, und die Schornsteine der Fabriken rauchen nicht. Auf der Lehigh-Summit-Grube haben sich sogar mehrere Flötze zu einer 50′ dicken Masse geschaart. Nicht minder bedeutend ist das

Illinois-Kohlenfeld, bei St. Louis das Missisippithal erreichend, im Süden vom Ohio, im Norden vom Missisippi durchschnitten, gleicht es einer Ellipse von 65 Meilen Länge und 50 Meilen Breite, so groß als die Insel Brittannien. Owen zählt 7 gute und 10—12 schlechte Schichten. In den obern Schichten kommen Kohlen vor, woran man die Holzstruktur noch so gut sehen kann, als an Holzkohle. Mitten zwischen beiden Feldern liegt die Silurische Kalkstein-Insel von Cincinnati, mit ihren Gipfeln 1400′ über dem Meere, während genau nördlich von dieser Centralinsel sich das dritte

Michigan-Kohlenfeld zwischen Michigan- und Huronen-See gegenüberlegt. Alles ist in diesen großen Kohlenfeldern mit bewunderungswürdiger Regelmäßigkeit abgelagert, gewöhnlich über dem Kohlenflötz die Blätter und Stämme, und unter ihm die Wurzeln (Variolarien). In dieser Beziehung ist besonders das vierte,

das Neuschottische Kohlenfeld instruktiver, als irgend eines auf dem Kontinent, da in der durch seine Hochfluthen so berühmten Fundy Bay und nördlich von der Halbinsel Neuschottland die Kohlenformation an das Meer stößt. Sydney, die Haupthafenstadt von Cape Breton, liegt im Herzen der Steinkohlenflötze, die so gut sind, als die besten von Newcastle, viere davon von 4′—7′ Mächtigkeit werden abgebaut. Lyell beobachtete 1842 in der Fundy-Bay zehn über einander stehende Wälder, Brown an der Küste von Cap Breton sogar 17 Stockwerke stehender Bäume über einander. Man kann bei dem zerschnittenen Terrain die Erscheinung auf viele Stunden Entfernung verfolgen, so daß darüber kein Zweifel sein kann. Die amerikanischen Geologen haben nun sogar vermuthet, die drei Centralkohlenfelder hätten vielleicht einst zusammen-

gehangen, und wären erst durch Fluthen von einander getrennt, dann hätte der alte Kohlenwald eine Fläche von 150 Meilen Breite, und am mindesten 20,000 Quadratmeilen bedeckt. Immerhin beträgt in den 12 Staaten, welche hauptsächlich Kohlen produciren, das Kohlenareal 133,000 englische Quadratmeilen, oder $\frac{1}{4}$ der ganzen Fläche. Das können unmöglich Anschwemmungen sein.

Uebergehen wir die Kohlen in Spanien, der Türkei, in Ostindien bis nach Australien, so drängt sich am Schluß noch die Frage auf, was wir Steinkohlen und was wir Braunkohlen nennen sollen. Chemisch in der Behandlung mit dem Löthrohr oder mit Kali kann man in einzelnen Fällen zwar sicher entscheiden, aber im Ganzen nicht, so leicht es auch der Technik wird, das Brauchbare herauszufinden. Auch das Vorhandensein von freier oder an Ammoniak gebundener Essigsäure pag. 628 in den Destillationsprodukten wird man nicht als absolutes Merkmal nehmen wollen. Mineralogisch stellte man früher alles zur Steinkohle, was keine Holzstruktur zeigte und schwarzen Strich hatte. Indeß da es auch ausgezeichnete Braunkohlen der Art gibt, so wurde vielfach confundirt. Daher hält man am besten am geognostischen Unterschiede fest, und nennt alle Kohlen der secundären Formation bis zur Kreide Steinkohle, und alle der tertiären Braunkohle. Dann sind die Steinkohlen zwar am ausgezeichnetsten in der Steinkohlenformation zu finden, allein man findet auch mehrere Lagen im Keuper, besonders bekannt die Lettenkohle zwischen Muschelkalk und Keuper. Zwischen Keuper und Lias lagert in Franken ein kleines Kohlengebirge, welches an der Theta bei Bayreuth und bei Helmstedt im Braunschweigischen früher abgebaut wurde. In diese Region gehören auch die Kohlen in Oestreich unter der Enns, die sich längs dem Nordsaume der Alpen bis nach Fünfkirchen in Ungarn fortziehen: Waidhofen a. d. Ybs, Großau, Lilienfeld, Grünbach. Die Kohle gleicht äußerlich der besten Schieferkohle, ist aber außerordentlich bituminös, und gibt daher ganz poröse Coaks. So sehr sie daher in dieser Beziehung von der Braunkohle abweicht, hat sie doch schon einen etwas braunen Strich, wie man ihn bei der wahren Steinkohle nicht findet. In England bei Scarborough und Brora kommt eine brauchbare Kohle im braunen Jura vor. Geognostisch bekannt sind die Kohlen in der Wälderthonformation, welche zu Preußisch-Minden, am Deister im Bückeburgischen, zu Neustadt am Rübenberge in Hannover rc. abgebaut werden.

b) Braunkohle.

Der Name wurde von Werner passend nach der braunen Farbe gegeben. Die Franzosen begreifen sie neuerlich unter Lignites, weil häufig die Holzstruktur noch sicher erkannt wird. Die englische Bovey Coal von Bovey Tracey in Devonshire gehört dahin.

Es ist die Kohle der Tertiärformation, welche im Pariser Becken bereits im untersten Tertiärgebirge unter dem Grobkalk beginnt, in Deutschland aber meist der mittlern Tertiärformation beigezählt werden muß. Die Pflanzenreste sind in ihr häufig in Menge angehäuft und erkennbar. Die braune Farbe deutet entschieden einen geringern Veränderungsgrad

als bei der Steinkohle an. Braunkohlen enthalten meist weniger Bitumen als fette Steinkohlen, und geben keine guten Coaks. Uebrigens ist wie beim Holz je nach der Feuerung das Ausbringen von Kohle sehr verschieden: schnelles Feuern gibt weniger Kohlenrückstand. Schon Klaproth vermuthete unter den Destillationsprodukten branstige Holzsäure, was sich später bestätigt hat. Dr. Kremers glaubte in der Essigsäurebildung den scharfen Unterschied von der Steinkohle zu finden pag. 628. Man kann sie nur in ihren Varietäten einigermaßen festhalten.

1. **Muschelige Braunkohle** (Pechkohle, gemeine Braunkohle) hat noch ganz das Aussehen einer ächten Steinkohle, doch ist sie nicht so bituminös, riecht beim Verbrennen unangenehmer, und hat einen braunen Strich, oder theilt doch wenigstens der Kalilauge eine dunkelbraune Farbe mit. Gew. 1,2. Sie scheidet sich in der gemeinen Braunkohle nesterweis aus, bildet dünne Flötze in der Molasse (St. Gallen mit Planorbis, Kaufbeuren), am Saume der Alpen (Heering in Tyrol). Ihr Glanz gleicht meist dem der Pech- oder Cannelkohle. Doch liegen auch Partien der deutlichsten Glanzkohle darin. Am Meißner, wo sie mit Basalt in Berührung kommt, wird sie sogar fast noch stärker glänzend, als der Glanz der glänzendsten Steinkohle. Der Basalt erzeugte dort auch die viel genannte Stangenkohle pag. 632. Jene geschichteten in den Alpen können beim ersten Anblick mit Schieferkohle des Steinkohlengebirgs verwechselt werden, aber es fehlt bei näherer Ansicht die zwischenliegende Faserkohle. Auch haben sie eine vorherrschende Neigung, Blätterkohle zu werden, in welcher die Schichtung viel dünner und bestimmter ist (Molasse bei Ißny). Bemerkenswerth sind die bituminösen Hölzer (Rod im Siebengebirge bei Bonn), welche im Längsbruch matt schimmern und die deutlichste Holzstruktur zeigen, im Querbruch dagegen einer Pech- bis Glanzkohle gleichen. Diese scheinbar homogene Struktur stellt sich öfter auch bei Früchten und andern Pflanzenresten auf frischen Bruchflächen ein. Die Analysen weichen sehr ab: Gräger gibt in der Glanzkohle vom Meißner 82 C, 4,2 H, 5,9 O an, in der Pechkohle dagegen über 62 C, 5,5 H, 18 O.

2. **Moorkohle** ist die gemeinste aller Braunkohlen. Derb mit ebenem Bruch und glänzendem Strich, hat aber so viel Feuchtigkeit, daß sie in den Sammlungen aufberstet. Die Farbe schwarz wie Moor (Burweiler), häufig aber auch stark ins Braune (Salzhausen). In ihren reinsten Abänderungen erscheint sie wie fein zermalmtes Holz, das schlammartig vertheilt wieder zusammenbackte. Sie dient den Hölzern, Blättern, Früchten ꝛc. als Lagerstätte, und erinnert durch ihr Aussehen lebhaft an Torfbildung. In den tiefern Seegegenden zwischen Halberstadt und Aschersleben wird sie stellenweis als schwarzer fließender Schlamm aus dem Boden geschlagen; am höhern Ort fällt sie dagegen an der Luft zur Erde (Erdkohle, erdige Braunkohle), wie z. B. zwischen Halle und Eisleben, sie wird dann mit Wasser angemacht, geknetet, in Formen gestrichen, an der Luft getrocknet, und so zur Feuerung angewendet. Trotz dieses erdigen Aussehens ist der Aschengehalt, so lange sie keine Schichtung zeigt, nicht übermäßig. Klaproth (Beiträge III. 319) bekam bei der erdigen Braunkohle von Schraplau bei Eisleben 11,5 p. C. Asche, gewöhnlich beträgt sie aber noch weniger. Mit mäßig starker Aetzlauge digerirt „scheint sich

faſt die ganze verbrennliche Subſtanz derſelben gleichſam zu einer flüſſigen ſchwarzen Kohle aufzulöſen, mit 16 Theilen Waſſer verdünnt und filtrirt erſcheint die Flüſſigkeit immer noch mit geſättigter dunkel ſchwarzbrauner Farbe."

3. **Bituminöſes Holz** kommt in ganzen Stämmen mit mehr oder weniger erhaltenen Veräſtelungen beſonders in die Moorkohle eingebettet vor. Stehen dieſe Stämme aufrecht, ſo ſind ſie weniger verdrückt, als wenn ſie liegen. Die Struktur des Holzes iſt meiſt noch ſo deutlich, als bei lebenden Hölzern, es läßt ſich ſägen und ſpalten, und wird in manchen Gegenden zerſtückelt wie Holz zu Markte geführt (Rieſtedt). Die ſchwarzen Hölzer zeigen nicht ſelten auf dem Querbruch einen deutlichen Anſatz von Verkohlung, bei den nußbraunen (Salzhauſen) iſt es jedoch weniger der Fall. Letztere ſind ſchwimmend leicht, können wie Holz gehobelt und geglättet werden. Trotz dieſer Wohlerhaltenheit konnte doch ſchon Hattchet in den Hölzern von Bovey kein Kali mehr finden. Die zerreiblichen geben eine ſchöne braune Farbe (Cölniſche Umbra), und beweiſen, daß der größte Theil der dichten Braunkohle nichts als ein ſolches Reibungsprodukt ſei, wie es bereits die ältern und neuere Naturforſcher (Hartig) anſehen. Es ſind darunter Laub- und beſonders Coniferenhölzer. Letztere gehören aber nicht mehr bei uns lebenden an, ſondern meiſt Thuja- und Cypreſſenarten von rieſenhafter Größe. Beſondern Ruf hat in dieſer Beziehung die Grube Bleibtreu an der Hardt im Siebengebirge, die Stämme liegen mitten in der dortigen Moorkohle. Hr. von Dechen erwähnt eines liegenden Stammes (Pinites ponderosus) von $39\frac{1}{2}'$ Länge, 14—15 Fuß Breite und 17 Zoll Dicke, ſo ſtark war derſelbe gepreßt. Seltener ſind aufrechte Stämme, wie ſie Nöggerath 1819 zuerſt vom Pützberge bei Friesdorf auf der linken Rheinſeite beſchreibt, es war darunter ein Stamm mit Wurzeln von 12 Fuß Durchmeſſer in der Bruſthöhe. In neuerer Zeit fanden ſich auf Bleibtreu in einem Raume von 22 Morgen 35 ſolcher Baumſtämme von $2\frac{1}{2}$ bis 9 Fuß Durchmeſſer, ſie haben noch deutliche Wurzelausläufer, und ſind in einer Höhe von 12—16′ gewaltſam abgebrochen. Oefter findet man große Stämme daneben, „als wenn dieß Stücke des abgebrochenen Baums wären." Dr. Hartig (Botaniſche Zeitung 1853. pag. 604) hat die Jahresringe eines ſolchen aufrecht ſtehenden Stammes (Campoxylon) genau gemeſſen, und da die durchſchnittliche Jahrringbreite $\frac{1}{47}$ Zoll betrug, das Alter auf mehr als 3000 Jahre geſchätzt. „Solcher Braunkohlenflötze, wenn auch minder mächtig, finden ſich dort dreizehn über einander. Da nun ohne Zweifel die Bäume an Ort und Stelle wuchſen, ſo gibt uns das einen Maßſtab des Alters. Denn das einzige erdige Hauptflötz iſt ſchon 10′—14′ mächtig, und in der Mitte findet ſich eine etwa 3′ dicke Lage, die faſt ganz aus bituminöſem Holze in großen Stücken und ganzen Stämmen beſteht. Ein Theil deſſelben ſieht friſch hellbraun aus, trocken wird es aber öfter im Querbruch ſchwarz wie Pechkohle. Die Analyſe gab nur 1,24 Aſche, 64,3 C, 5,5 Waſſerſtoff und 29 Sauerſtoff. In den Spalten des Jura, in der Braunkohle von Uznach ꝛc. kommen äſtige Hölzer vor, die noch ganz zähe Holzfaſer zeigen.

Wie das Holz, ſo haben ſich nun auch die verſchiedenſten Pflanzentheile erhalten: Baſt, Tannenzapfen, Früchte aller Art. Die ſogenannten

„Kiefernadeln" bestehen in Thüringen aus sehr deutlichen Gefäßbündeln von Palmenhölzern, die im Querbruch wie Pechkohle glänzen, und bei ihrer großen Verbreitung den besten Beweis für ein wärmeres Klima in jenen Zeiten liefern. Besonders reich an solchen Pflanzenresten ist die sogenannte

4. **Blätterkohle**, eine dünngeschichtete, biegsame, lederartige Substanz, die ihre zähe Consistenz hauptsächlich dem starken Bitumengehalte verdankt. Die Schieferung selbst rührt von der großen Beimischung von Thon her, so daß der Aschenrückstand oft mehr als die Hälfte beträgt. Zwar kommen in der obern Steinkohlenformation, im Posidonienschiefer des Lias ꝛc. Schiefer vor, die bei der Verwitterung ein höchst verwandtes Ansehen annehmen, allein bis zu dem Grade der Feinheit, als die Braunkohlenschiefer, zertheilen sie sich nicht. Ueberdieß scheinen auch mehrere dieser Blätterkohlen mit dem zarten Polir- und Klebschiefer in Verwandtschaft zu stehen, denn Ehrenberg wies in der Blätterkohle von Rott im Siebengebirge ebenfalls Kieselinfusorien nach. Wenn die Blätter ganz zart werden, heißt man sie wohl Papierkohle (Pappendeckel), und da solche in die bloße Flamme gehalten schon mit Gestank brennt, so belegte sie Cordier mit dem Namen Dysodil, der sich in ganz dünnen grünlich grauen Blättchen im Kalkstein von Melili bei Syracus auf Sicilien fand, wo ihn die Einwohner Merda di Diavolo nannten. Werner verstand unter seiner Blätterkohle auch Steinkohlen. Jetzt verstehen wir vorzugsweise darunter dieses allerdings sehr merkwürdige Glied der Braunkohlenformation, welches unter oder über der Moorkohle Platz greift. Es enthält nicht blos Insekten, Fische, Frösche, sondern auch Krokodilreste, Vogelfedern und Knochen von einem Moschusthier ꝛc. Besonders aber bilden sie das sanfte Bett für die Dicotyledonenblätter aller Art, Kätzchen mit Blüthenstaub, in der Wetterau hat man sogar Weintrauben von schönster Form darin gefunden. Das Siebengebirge bei Bonn, die Wetterau bei Salzhausen, der Westerwald, Ménat in der Auvergne liefern ausgezeichnete Beispiele dieser merkwürdigen Kohle, welche bei Bonn auf Oel benutzt wird.

5. **Alaunerde.** Obgleich der Alaun auch aus den härtern Alaun-Schiefern dargestellt wird pag. 446, so ist doch die weichere Alaunerde des Braunkohlengebirges auch ganz gut dazu geeignet. Burweiler im Elsaß, Freienwalde an der Oder, Altsattel in Böhmen und viele andere deutsche Alaunwerke beziehen ihr Material aus der Braunkohlenformation. Es ist eine grauschwarze zum Schieferigen geneigte Erde, welche leicht an der Luft zerfällt und gewöhnlich die Braunkohlenflötze begleitet. Der fein vertheilte, dem bloßen Auge nicht sichtbare Schwefelkies und auch der Mangel an kohlensaurem Kalk, welcher die Schwefelsäure binden würde, machen sie brauchbar. Durch jahrelange Verwitterung bildet sich schwefelsaure Thonerde, Alkali ist gewöhnlich nicht hinlänglich vorhanden, und muß daher zugesetzt werden. Man braucht die so lockere Erde nicht wie den Alaunschiefer vorher zu rösten. Es fehlt ihr an Bitumengehalt. Bei Freienwalde werden jährlich über 32,000 Tonnen à 2 Sgr. gefördert. 4 Tonnen geben 1 Ctr. Alaun. Klaproth (Beitr. IV. 286) fand darin 40 Kieselerde, 16 Thonerde, 19,6 Kohle, 10,7 Wasser, 1,5 schwefelsaures Kali, 2,8 Schwefel, 6,4 Eisenoxyd ꝛc.

Die Braunkohle ist besonders in dem norddeutschen Schuttlande zu Hause, wo sie an zahllosen Punkten oft unmittelbar an der Oberfläche liegt, so daß sie durch Tagebau gewonnen werden kann. Der preußische Staat allein gewinnt jährlich gegen 50 Mill. Ctr., der Centner 1 Sgr. Den vierten Theil davon liefert die Gegend von Halberstadt, ⅖ Theile die Gegend von Halle. In der Mark zwischen Elbe und Oder ist sie wohl an 20 Punkten durch Tiefbau aufgeschlossen. Ihre Schichten fallen steil ein, und sie wird nicht blos vom Diluvium, sondern auch vom Septarienthon bedeckt, der der jüngern Aeocenformation angehören soll (Plettner, Zeitschrift deutsch. Geol. Gesellsch. IV. 249). Von Bonn und Cöln, wo die berühmte Cölnische Umbra 6—10′ mächtig durch Tagebau gewonnen wird, zieht sich die Ablagerung über den Westerwald bis in die Frankfurter Gegend. Besonders reich und unerschöpflich ist auch das nördliche Böhmen, namentlich zwischen Eger und Teplitz, doch wird hier die Ausbeutung noch nicht so schwunghaft betrieben, als in Preußen. Reich sind ferner die österreichischen Alpen, während das südwestliche Deutschland auch in dieser Beziehung keine Bedeutung hat. Es kommen in den Spalten der Juraformation, in der Molasse ꝛc. wohl Nester und Flötze vor, aber nur sehr untergeordnet. In Frankreich ist Braunkohle öfter in den Süßwasserkalk eingelagert, wie bei Marseille, wo sie daher den Namen Houille des calcaire erhalten hat.

Die Nachbarschaft der Basalte zu den Braunkohlen fällt in den deutschen Hügelländern, Böhmen, Hessen und in Centralfrankreich oft sehr auf. So kommen auch auf dem westlichen und nördlichen Island mächtige Lager — dort unter dem Namen Surturbrand bekannt — vor, worin nach Olavsen ganz gewaltige Baumstämme liegen (Steffens vollst. Handb. der Oryktognosie II. 371), so wohl erhalten, daß in Kopenhagen daraus allerlei kleine Geräthschaften gemacht werden.

Die Bildung der Braunkohle erinnert in auffallender Weise schon an unsern heutigen Torf, der dem Alluvium angehört, und sich unmittelbar an die jüngsten Braunkohlen anschließen wird. Wenn man dabei an die Mächtigkeit der Torflager in Irland erinnert, die zuweilen aufbrechen und in Schlammfluthen die Gegend verwüsten und bedecken; an den Baggertorf niedriger Seeküsten in Holland; an die untermeerischen Wälder von Nordfrankreich und Großbrittannien (Handbuch der Geognosie von de la Beche, übersetzt von Dechen pag. 158): so wird uns manches klar, was beim ersten Anblick zum Staunen erregt. Zeigte doch Hr. v. Carnall bei der Versamml. der deutschen Naturforscher in Tübingen 1853 eine feinerdige kaffeebraune Masse vor, die sich in einem Dampfkessel, der mit bituminösen Wassern gespeist war, gebildet hatte, und in auffallender Weise einer feinen Cölnischen Umbra glich.

2. Bitumen.

Das Bitumen, welches in seinem flüssigen Zustande unter dem Namen Steinöl bekannt ist, kommt nicht blos untergeordnet in Kohlen und Schiefern der verschiedensten Art vor, sondern hat sich auch an vielen Punkten zum Theil in großer Menge selbstständig ausgeschieden. Da es sehr kohlenstoffreich ist, so brennt es mit rußiger Flamme, und bei gutem

Luftzuge leuchtet es sehr stark. Man begreift oft nicht, wie das Oel in viele dieser Schiefer kam. Nicht blos die sogenannten Brandschiefer in der Oberregion der Steinkohlenformation (Autun, England) enthalten es, sondern auch einzelne Lager in den Blätterkohlen der Braunkohlenformation, und zwar in solcher Menge, daß Selligue aus erstern mit Vortheil Leuchtgas dargestellt hat (Dumas, Comptes rendus 1840. X. 861 und Traité de Chimie 1844. tom. VII. pag. 390). Das Oel der Blätterkohle des kleinen Braunkohlenbassins von Ménat in der Auvergne gab dazu den ersten Impuls. Dumas fand in den Schieferthonen der Steinkohlenformation von Vouvant in der Vendée 14,5 p. C. Oel, 3,2 Wasser, 7,7 Kohle, 17,5 flüchtige Materie und 61,6 Asche. In Deutschland benutzt man bei Bonn die Blätterkohle von Rott im Siebengebirge (Zeitschrift deutsch. Geol. Gesellsch. II. 239). Dieselbe liefert ein paraffinhaltiges Schieferöl, das Pflanzen und Thieren zugleich seinen Ursprung zu danken scheint. Wenn solche ölreichen Schichten in der Nachbarschaft der Kohlenlager vorkommen, so ließe sich das noch erklären. Aber auffallend genug stellen sich auch ähnliche Schiefer mitten zwischen Meeresformationen ein, wie der süddeutsche Lias mehrere Beispiele liefert. Hier kann von Pflanzenöl kaum die Rede sein, da es rings an Pflanzenlagern fehlt, ausgenommen Fucoideen. Und doch hat Hr. Prof. Chr. Gmelin in den mergeligen Posidonienschiefern Württemberg's 7¼ p. C. theeriges Schieferöl nachgewiesen. Dasselbe konnte wenigstens zum Theil mit Aether ausgezogen werden, muß sich also im Schiefer schon fertig vorfinden. Es bleibt daher kaum eine andere Erklärungsweise über, als daß die Gesteine sich mit dem Oel der gestorbenen und dort verfaulten Thiere getränkt haben. Was die Kohle für die Heizung ist, das dürfte dieses Oel einst für die Beleuchtung werden, wenn man der Sache die gehörige Aufmerksamkeit zuwendet, da es an Leuchtkraft das beste Oel- und Wachslicht übertrifft. Blos der stark bituminöse Geruch erregt noch einigen Anstoß, doch auch dieß wird mit Hilfe der Chemie überwunden werden. Es ist wirklich erstaunlich, wie die Natur durch scheinbar Kleines so Großes zu Stande gebracht hat: in den Posidonienschiefern des Lias in Schwaben liegen auf einer Quadratmeile (zum großen Theil ganz oberflächlich), gering berechnet, über 200 Millionen Centner des feinsten Oeles, ja man übertreibt nicht, wenn man die Mächtigkeit der zu gewinnenden Oelschicht auf ein Pariser Fuß schätzt.

Man muß beim Bitumen überhaupt wohl unterscheiden zwischen freiem und gebundenem. Das freie kann man durch einfaches Kochen im Wasser, wie zu Lobsann im Elsaß, herausziehen, das gebundene dagegen nur zum Theil durch Aether. Erst durch Erhitzen der Schiefer in Retorten destillirt Oel mit Wasser, Ammoniak, Leuchtgas rc. über, gerade wie bei den Kohlen. Das Oel selbst scheint also vorzugsweise erst ein Destillationsprodukt zu sein.

Dieses Schieferöl hat einen starken empireumatischen Geruch, sieht im reflectirten Licht mehr oder weniger dunkelfarbig vom beigemischten Theer aus, und zeigt das Fluoriren pag. 112 in ausgezeichneter Deutlichkeit. Chemisch besteht es aus einer ganzen Menge leichterer und schwererer Oele, die man durch unterbrochene Destillation von einander trennen kann. Schon bei 60° Wärme gehen Oeldämpfe über, andere

widerstehen noch einer Temperatur von 400°, und diese erkalten zu einem schwarzen feinen Theer. Ueberhaupt sind die flüchtigern Oele farblos, je weniger flüchtig, desto gelber werden sie, bis sie sich zuletzt im Braunen und Schwarzen verlieren.

Idrialin nannte Dumas (Pogg. Ann. 26. 526) ein Bitumen aus den Quecksilberbranderzen von Idria. Diese Branderze bilden in den dortigen Bergwerken dünne Handhohe Lager, von röthlich schwarzer Farbe und glänzendem Strich. In der Weingeistlampe fangen sie schnell Feuer, und tröpfeln wie brennender Theer ab. Die Tropfen bedecken sich sogleich mit weißen Wallrathähnlichen Krystallflittern. Noch deutlicher bekommt man solche, wenn man kleine Proben in einer offenen Glasröhre so erhitzt, daß sie nicht Feuer fangen. Probe und Röhre bedeckt sich dann mit Flittern, welche das Idrialin $\dot{H}\,C^3$ sind. Bei größern Stücken wird die ganze Luft stetig mit den zierlichen Flimmern erfüllt. Kochende concentrirte Schwefelsäure färben sie blau. Da siedendes Terpentinöl aus dem Branderze etwas herauszieht, so scheint es schon darin zu präexistiren.

Wie das Feuer schnell solche Produkte erzeugt, so mögen in der Erde ähnliche langsam entstanden sein. Obenan unter allen steht das

Steinöl.

Petroleum, Erdöl, Naphtha. Ist eines der merkwürdigsten Produkte des Erdbodens, das zugleich in der Kulturgeschichte des Menschen eine nicht unwichtige Rolle spielt. Schon die Babylonier bedienten sich desselben als Mörtel zu Mauerwerk, und die alten Aegyptier balsamirten ihre Todten damit ein. Plinius erwähnt die Abänderungen an verschiedenen Orten: bei den Quellen lib. II. cap. 109 spricht er vom Naphtha, ita appellatur circa Babyloniam; lib. 35. cap. 51 werden dagegen alle drei Varietäten vortrefflich beschrieben: et bituminis vicina est natura, alibi limus, alibi terra: limus e Judaea lacu emergens (Asphalt) .... Est vero liquidum bitumen, sicut Zacynthium (Zante), et quod a Babylone invehitur. Ibi quidem et candidum gignitur (Naphtha). Liquidum est et Apolloniaticum: quae omnia Graeci pissaphalton appellant, ex argumento picis et bituminis (Bergtheer).

Diese bituminösen Oele sind im Allgemeinen leichter als Wasser, Gew. 0,7 — 1,2, bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Sie brennen sehr leicht mit einem nicht gerade unangenehmen Geruch, zumal beim ersten Anzünden. Mit Wasser mischen sie sich nicht. In Alkohol lösen sie sich nur wenig, dagegen in Aether, in flüchtigen und festen Oelen. Eigentlich haben wir nur zwei feste extreme Punkte: Naphtha und Asphalt, jenes das reinste flüchtige und farblose Oel, dieses das möglichst entölte schwarze verhärtete Theer. Da nun das Theer vom Oele in allen Verhältnissen gelöst wird, so entstehen durch solche Mischungen Zwischenstufen. Auch verwandelt sich das Oel durch Aufnahme von Sauerstoff theilweis selbst in Theer.

Naphtha (Bergbalsam) ist das dünnflüssige, im reinsten Zustande ganz farblose Oel, was man aus dem gefärbten Steinöl durch Destillation darstellen kann. Sie kocht schon bei 85°,5 C, und besteht nach Saussure (Pogg. Ann. 36. 417) aus C H mit 85,9 C und 14,1 H, was gegen-

wärtig allgemein angenommen wird. Dagegen gibt Dumas (Pogg. Ann. 26. 541) 87,3 C, 12,3 H an, was etwa der Formel 3 C + 5 H entspräche. So rein kommt es aber in der Natur kaum vor, da es an der Luft sich leicht (in Folge von Oxydation?) gelb, braun bis schwarz färbt. Je länger es steht, desto dickflüssiger wird es, so kommt man durch viele Modificationen hindurch zum

Steinöl. Bei gewöhnlicher Temperatur noch leicht flüssig, aber gelb und braun gefärbt in Folge von Vertheerung. Gerade wie auch das Schieferöl an der Luft sich bräunt. Das Gewicht 0,8—0,9, schwimmt daher noch leicht auf Wasser, mit welchem es gewöhnlich aus der Erde hervorquillt. Bergtheer hat man das ganz dickflüssige genannt, welches durch alle Stufen der Verhärtung mit dem Asphalt in Zusammenhang steht.

Steinöl (und Naphtha) hat wie das Schieferöl keinen festen Siedepunkt. Das gewöhnliche im Handel vorkommende Petroleum von Amiano im Herzogthum Parma und von Baku ist bereits mit Wasser überdestillirt, wodurch eine etwaige Zersetzung in erhöhter Temperatur vermieden wird. Je reiner dieses Oel ist, desto weniger rußt es beim Brennen. Ja Dr. Reichenbach (Pogg. Ann. 24. 173) hat sogar nachgewiesen, daß sich unter den verschiedenen Destillationsprodukten auch Paraffin und Eupion befänden, die rußlos brennen. Ersteres zeichnet sich durch eine merkwürdige Indifferenz gegen Säuren und Basen aus (parum affinis). Aus dem Schieferöl zu Bonn gewinnt man es in großer Menge, macht Kerzen daraus, die Wachskerzen ähneln. Eupion (*πιὸν* Fett) ist noch bei —20° C flüssig, farblos, wasserklar, geruch- und geschmacklos. Wenn man das Paraffin mehr aus Pflanzentheer gewinnt, so das Eupion mehr aus thierischen Stoffen. Beide bestehen merkwürdiger Weise wie das Steinöl aus C H. Steinöl dient zur Aufbewahrung von Kalium und Natrium. Da es Harze löst, so dient es zur Bereitung von Firnissen. Auch ist es seit uralter Zeit officinel.

Asphalt (Erdpech, Judenpech) heißt der feste Zustand, mit einem obsidianartigen Bruch, pechschwarz, Gypshärte und schwerer als Wasser bis 1,2 Gew. Durch Reiben stark negativ elektrisch. Ist mit dem Bergtheer durch alle Uebergänge verbunden: es gibt Bergtheer, was Winters in der Kälte ganz starr ist, Sommers dagegen, wenn auch äußerst langsam, fließt. Andererseits ist er wieder mit Gagat verschwistert pag. 630. Im Feuer schmilzt er nicht blos, sondern tröpfelt auch von der Zange herab, und verbreitet dabei einen ziemlich angenehmen bituminösen Geruch. Die Flamme rußt stark, und es bleibt nur wenig Asche und Kohle als Rückstand. In Steinöl löst er sich leicht. Die Destillationsprodukte enthalten bedeutende Portionen bituminösen Oeles. Die Elementaranalyse eines Asphaltes von Cuba gab 75,8 C, 7,2 H, 13 stickstoffhaltigen Sauerstoff und 3,9 Asche. Der Asphalt bildet förmliche Lager, wie die Steinkohlen. Am berühmtesten ist seit alter Zeit das Vorkommen im todten Meer, woher es bereits die Egyptier holten, und noch heute schwimmt es besonders nach Erdbeben in großer Menge auf dem See, so daß es nach Triest auf den Markt kommt. Zu Strabo's Zeiten sahe man den See zuweilen ganz mit Erdpech erfüllt, nach Diodor schwammen Massen, kleinen Inseln vergleichbar, auf dem Wasser. Es ist nämlich eine Salzlake pag. 452, nihil in Asphaltite Judaeae lacu, qui bitumen gignit, mergi potest Plinius

hist. nat. II. 106. Auf der Insel Trinidad vor den Mündungen des Orinoco in Südamerika kommt ein ganzer Pechsee von 1000 Schritt Länge und 120 Schritt Breite vor, an der Küste erheben sich Pechriffe, und auf Pech kaum von Erde bedeckt schreitet man zum See, der drei Viertelstunden von der Westküste, 7 Meilen südlich vom spanischen Hafen, entfernt ist. Am Rande des Sees ist das Pech hart und kalt, nach und nach wird es warm und nimmt Fußeindrücke an, in der Mitte fließt und kocht es noch, doch zeigen sich keine vulkanischen Ausbrüche mehr. Zur Regenzeit kann man den ganzen See überschreiten. Admiral Cochrane sandte 2 Schiffsladungen voll dieses Pechs nach England, allein um es brauchbar zu machen, erfordert es einen Zusatz von zu viel Oel (Leonhard's Jahrb. 1833. 629). Asphalt dient vorzüglich zum Theeren der Schiffe, zu wasserfesten Bauten, Dächern, Trottoiren, schwarzem Siegellack rc.

Diese drei Abänderungen bilden zwar die Hauptmasse, doch kommen außerdem noch eine Menge Abänderungen vor, so daß fast jede Lokalität auch kleine Unterschiede zeigt, wie das eine genauere chemische Analyse, besonders das Verhalten bei der Destillation, zeigt. Während z. B. beim gewöhnlichen Steinöl, mit Wasser destillirt, der größte Theil sich überführen läßt, geht bei dem Bitumen visqueux (klebriges Bitumen) von Bechelbronn im Elsaß nördlich Straßburg nach Boussingault keine Spur von Naphtha über, erst bei 230° C. bekommt man in der Vorlage etwas flüssiges Oel von blaßgelber Farbe, was Boussingault Petrolen nennt, 250° längere Zeit erwärmt bleibt endlich ein fester, schwarzer, sehr glänzender Rückstand, Asphalten = $C^{40} H^{16} O^3$ genannt. Boussingault glaubt, daß auch bei dem andern Steinöl Petrolen und Asphalten die Hauptmasse bilden (Dumas Traité de Chimie VII. 385). Hauy unterschied ein Malthe ou Poix minérale, auch Bitumen glutineux genannt, Traité minér. IV. 454. Von einem Maltha spricht schon Plinius hist. nat. II. 108: in Commagene urbe Samosata stagnum est, emittens limum (maltham vocant) flagrantem. Die Franzosen verstehen darunter eine zähe, klebrige Masse, deren feines Oel nie ganz trocknet. Das Bitumen von Puy-de-la-Poir im Basalttuff macht den Boden so klebrig, daß er fest an den Sohlen der Fußgänger sitzen bleibt. Das klebrige Wesen zeigt auch der sandige Bergtheer von Neufchatel in auffallender Weise, wenn man darin mit einem Stabe rührt, so bewegt sich die ganze Masse eine Zeitlang fort, als wäre sie durch Würmer belebt: und selbst kleine Proben muß man sehr genau ansehen, um sich zu überzeugen, daß die Bewegung nicht von lebenden Geschöpfen ausgehe.

Elastisches Erdpech (Elaterit) wird schon von Born beschrieben, war lange nur von der Odingrube bei Castleton in Derbyshire bekannt, wo es im Bergkalk mit Bleiglanz, Blende, Kalkspath und Flußspath bricht. Neuerlich fand es sich ausgezeichnet zu Newhaven in Connecticut. Hier in großen Stücken. Dieselben sind stark elastisch biegsam nach Art des Kautschuk, zerreißen aber ungleich leichter. Bei frischem ist die Farbe röthlich braun, durch Verwitterung wird sie aber schwarz. Sie riechen sehr stark bituminös, und sind von einem schwarzen schmierigen Oele durchzogen. Zusammensetzung C H mit nur wenig Sauerstoff.

Ozokerit Glocker Schweigger-Seidel Journ. Phys. u. Chem. 9. 215,

von ὄζω riechen und κηρός Wachs, findet sich bei Slanik in der Moldau im Sandstein in der Nähe von Kohlen- und Salzlagern.

Offenbar nichts anders als eine Asphaltartige Masse. Die frischen Stücke haben einen Serpentinartigen Bruch, sind bräunlich, gelblich, grünlich, und scheinen an den Kanten stark durch. Ziemlich spröde, doch kneten sie sich zwischen den Zähnen etwas, nach Art sehr spröden Wachses, daher auch wohl Bergwachs genannt. Durch Verwitterung werden sie schwarz, und dann auffallend wachsartig, man kann von solchen Stücken mit dem Nagel, wie vom Wachs, Späne mit glänzenden Schnittflächen abnehmen. H. = 1, Gew. 0,94—0,97. Durch Reiben stark negativ elektrisch. Im Feuer verhält er sich wie Wachs, in der Pincette fließt er ab, ehe er zum Brennen kommt, und brennt dann mit nicht stark rußender Flamme. Wie überhaupt die ganze Masse etwas Edles hat, edler als beim Asphalt. Die Analyse gibt ebenfalls C H mit 85,7 C, 15,1 H. Er scheint also wie verhärtetes Naphtha. In Steinöl leicht löslich. Die Destillationsprodukte sind hauptsächlich Paraffin und ein Oel ähnlich dem Schieferöl. Wird in der Moldau zu Lichtern benutzt. Er kommt an mehreren Punkten im Wiener Sandstein, und stets in der Nähe von Kohlen- und Steinsalzlagern vor. Das Nephatil oder Naphthachil (Steintalg) aus dem Sande der Naphthainsel Tschileken im Caspisee soll nach Völkner eine ähnliche Substanz sein. Es liegt stets nachbarlich den Naphthaquellen, und soll unmerkliche Uebergänge in den weißen Naphtha bilden (Leonhard's Jahrb. 1839. 459). Das

Hatchettin wurde von Conybeare in Spalten des Thoneisensteins von Merthyr Tydwil im Steinkohlengebirge von Südwallis entdeckt. Flockig wie Wallrath, oder feinkörnig derb wie Wachs, das flockige stark durchscheinend, grünlich gelb, Gew. 0,6. Schmilzt unter der Siedhitze des Wassers zu einem farblosen Oel, das beim Erstarren trübe wird. Aehnliche Massen kommen auch im Steinkohlengebirge von Glammorganshire vor, worin Johnston 85,9 C und 14,6 H nachwies, das würde also ebenfalls CH sein.

Bildung und Verbreitung des Steinöls.

Die Oelablagerungen stehen einerseits so innig mit den Stein- und Braunkohlen des Flözgebirges in Beziehung, daß an einem Zusammenhang mit demselben gar nicht gezweifelt werden kann: sie sind ein Oel und Harz der Pflanzen, an welchen feuerige Prozesse nicht den geringsten Antheil haben. Entschieden thierischen Ursprungs ist es viel seltener. Doch findet man z. B. mitten in den bituminösen Kalken des mittlern Lias, Muschelkalkes rc. in rings abgeschlossenen Drusen homogener Bänke beim Zerschlagen schwarze theerige Ueberzüge, die, wenn nicht durch bituminöse Tagewasser hingeführt, wohl thierischen Ursprungs sein könnten. Andererseits hat sich das Oel, Theer und Pech in manchen Gegenden (Trinidad, Cuba, Baku) in solchen Massen angehäuft, daß man die Sache nicht recht begreiflich finden könnte, wenn nicht Destillationsprozesse im Innern der Erde dazu mitgewirkt haben sollten. Wegen der Wichtigkeit in der Anwendung wird Steinöl überall gesucht, wo es vorkommt. In Europa ist es meist nur als Theer und Asphalt bekannt. In Frankreich hat das Bitumen

von Seyssel (an der Rhone unterhalb Genf) größten Ruf. Es erfüllt einen Molassesand und Nagelflue, man kocht das Gestein, und das Bitumen löst sich davon und schwimmt auf dem Wasser. Auch ist daselbst der Jurakalk wie im Val de Travers (bei Neufchatel) so durchdrungen, daß er eine kaffeebraune Farbe bekommt. Man kann ihn zwar pulvern und sieben, aber das Pulver ballt sich wieder von selbst. Das Bitumen von Bechelbronn und Lobsann im Elsaß nördlich Straßburg bildet im Braunkohlengebirge man kann sagen einen sandigen Theer, der sich in seinen fettesten Schichten wie Wachs schneiden läßt, und ebenfalls abgekocht und dann weiter behandelt wird. Bei Darfeld westlich Münster (Pogg. Ann. 47. 397) findet man im mergeligen Kalkstein der Kreideformation ein zähes honigsteifes Harz, was Spalten erfüllt. Man kann dort reine Stücke von 13 ℔ Schwere zu Tage fördern, die ganz dem ächten Asphalt gleichen, nur werden sie bei warmer Witterung gleich pechartig weich, was der ächte Asphalt niemals zeigt. Zu Limme ohnweit Hannover, Wietze, Häningsen, Oedesse, Verden, Braunschweig kennt man ähnliche Vorkommen. Bei Seefeld ohnweit Innsbruck wird aus Alpenkalkstein ein solcher Asphalt abdestillirt. Den dortigen Bitumenreichthum erwähnt schon Agricola de nat. foss. IV. pag. 595. Häufig fällt die Nachbarschaft der Salzgebirge in hohem Grade auf, ja wir finden mitten im Steinsalz Nester von dem deutlichsten Asphalt (Wilhelmsglück am Kocher). Der salzreiche Karpathenzug ist besonders in Siebenbürgen reich an Erdölquellen. Schon im Alterthume sind auf der griechischen Halbinsel besonders zwei Punkte durch Oel berühmt: Kudessi bei Avlona am Nordfuße der Acroceraunischen Berge, Nachts tanzen bläuliche Flammen über dem Boden, wo das heilige Nymphäum von Apollonia lag. Klaproth Beiträge III. 315 analysirte Asphalt von hier, der dem Kalkgebirge angehört, und in solcher Menge vorkommt, daß man ganz Europa mit dieser zum Kalfatern so vortrefflichen Substanz versehen könnte (Virlet Leonhard's Jahrb. 1837. 627). Auf Zanthe, dem alten Zakynthos, der südlichsten unter den Jonischen Inseln, hatte schon Herodot 400 Jahr vor Christi Geburt die berühmten Quellen besucht, die noch heute jährlich 100 Ctr. Oel liefern. Eines der Oelbecken hat 50′ Umfang, der Boden tönt hohl und wankt unter den Füßen.

Die Halbinsel Abscheron am südöstlichen Ende des Kaukasus ist wegen ihres Oelquellenreichthums der bedeutendste Punkt in der Alten Welt, zumal in der Umgebung von Baku. Der schwarze Boden liegt auf einer Erdpechschicht, bis zu welcher man Brunnen hinabführt, worin sich dann meistens ein dunkeles Oel ansammelt, das Sommers am dünnflüssigsten ist. Das Dorf Balaghan hat 25 Brunnen, wovon die besten bis 1500 ℔ in einem Tage geben sollen, die meisten sind aber viel ärmer, auch läßt man die Brunnen häufig verfallen, und macht an andern Stellen neue. Farbloses Naphtha findet sich jedoch nur an einer einzigen Stelle, wo es wahrscheinlich durch eine unterirdische Destillation schon gereinigt wird. Man rechnet jährlich auf 100,000 Ctr. Steinöl in der Umgegend von Baku. Einige der Quellen dünsten zugleich viel Kohlenwasserstoff aus, und bei warmem Herbstregen soll das ganze Feld um Baku in weißblauen Flammen stehen, die aber nicht zünden. Das ewige Feuer der Parsen, welches schon seit dem Jahre 900 brennt, ist ein solcher angezündeter

Kohlenwasserstoff, der wie das Oel mit dunkelrother Flamme brennt. Auf der Naphtha- oder Tschileken-Insel im Caspisee gewinnen die Turkomannen jährlich 60,000 Ctr., außerdem reichlichen Bergtheer, welcher zum Kalfatern der Schiffe und zur Bereitung von Fackeln dient. Ueberall kommt hier Steinsalz, Gyps, Schwefel ꝛc. in der Nachbarschaft vor. In Persien ist besonders Schiras ohnweit der Ruinen des alten Persepolis reich an Theer. In Hinterindien Pegu, auch China hat viel. Daß vulkanische Dämpfe oft nach Bitumen riechen, ist eine allgemeine Erfahrung, auch sind vulkanische Gesteine häufig mit Erdpech überfirnißt, wie der Basalttuff von Pont du Chateau bei Clermont mit milchblauem Chalcedon.

Scheererit

nannte Stromeyer (Pogg. Ann. 12. 336) die weißen fettigen, wie Wallrath krummblättrigen Krystallschuppen, welche Könlein, Direktor der Braunkohlenwerke von Utznach am Zürcher See, schon 1822 in jenen bekannten grauweißen Kieferstämmen gefunden hatte (Pogg. Ann. 43. 141). Es erscheint daselbst in Sprüngen der masrigen Wurzeltheile öfter ganz wie aufgetrocknetes Terpentinöl. „Bleibt das Holz, an dem Scheererit sitzt, längere Zeit an der Luft liegen, so verschwindet das Fossil fast gänzlich." Die Schüppchen sind oft sehr blättrig, haben einen Perlmutterglanz, und sollen dem 2 + 1gliedrigen Krystallsystem angehören. Gewicht etwas größer als das des Wassers. Auf Papier macht es Fettflecke. Schrötter (Pogg. Ann. 59. 60) will nach dem chemischen Verhalten zweierlei unterschieden wissen:

Scheererit nach Macaire Prinsep CH^2 mit 76 C und 24 H, also von der Zusammensetzung des Grubengases. Bei 40° C. wird er flüssig und bei 92° destillirt er unverändert über, wobei sich der weiße Rauch zu durchsichtigen Tröpfchen condensirt, welche bei der Berührung mit einem kalten Körper augenblicklich zu einer feinstrahligen Masse erstarren. Geschmolzen bleibt er noch lange flüssig, selbst nachdem er vollkommen erkaltet ist. Nur bei Utznach bekannt.

Könlit nach Kraus CH mit 7,4 H, 92,5 C, von der Zusammensetzung des Benzin. Schmilzt bei 114°. Läßt sich nicht unverändert überdestilliren. Trommsdorf fand eine ähnliche Substanz auf Fichtenstämmen in einem Torflager von Redwitz am Fichtelgebirge. Daselbst unterschied Bromeis noch einen

Fichtelit C_4H_3 mit 88,9 C, 11,1 H, bei 46° schmelzend. Der mineralogisch freilich sehr ähnlich sieht, und noch wie wenig verändertes Fichtenholz mit Harz riecht.

Hartit Haidinger Pogg. Ann. 54. 261 kommt in den Braunkohlenhölzern von Oberhart bei Gloggnitz in Niederösterreich unter ähnlichen Umständen wie der Scheererit vor. Die weißen Krystallschuppen werden bis ½ Zoll groß, und sind 2 + 1gl. rhomboidische Tafeln von 100° mit einer blättrigen Gradendfläche. Gew. 1,04. Nach Schrötter C_6H_5 mit 87,8 C und 12,2 H. Schmilzt bei 74°. Das Tekoretin aus Intercellulargängen von Fichtenstämmen in dänischen Sümpfen bei Holtegaard hat fast die gleiche Zusammensetzung. Vergleiche auch Phylloretin C_8H_5 von dort. Schrötter (Pogg. Ann. 59. 45) beschreibt einen

Hartin mit obigem Hartit in der österreichischen Braunkohle. Ist zwar ebenfalls weiß, und dem Hartit sehr ähnlich, schmilzt erst bei 210°, und enthält 10,8 Sauerstoff, 10,9 H, 78,3 C, also ein orydirter Hartit, etwa $C_{20} H_{17} O_2$. Außerdem enthält die österreichische Braunkohle noch mehrere harzähnliche Substanzen, z. B. den hyacinthrothen Irolyt, Piauzit rc.

In den Kohlengebirgen kommen noch mehrere bituminöse Substanzen vor, die man äußerlich nicht scheiden kann, und die daher auch nur ein rein chemisches Interesse bieten. Namentlich läßt sich die Frage nicht entscheiden, ob man sie zu den Harzen stellen solle, oder nicht. So unterschied Johnston in den Steinkohlenlagern von Middleton bei Leeds einen

Middletonit von Harzglanz. Durchsichtig, röthlich braun, aber tief roth durchscheinend. An der Luft sich schwärzend. Gew. 1,6. Dünne Lagen oder gerundete Massen zwischen Kohlen bildend. Die Analyse gab 86,4 C, 8 H, 5,6 Sauerstoff.

3. Harze

sind nicht sowohl orydirte Bitumina, sondern der Sauerstoff ist ihnen schon bei der ursprünglichen Bildung in der Pflanze wesentlich geworden, in der Erde sind sie nur bituminisirt. Sie sind spröde, haben einen sehr vollkommen muscheligen Bruch, und hellere Farbe. Da die Harze aber meist isolirt von ihrer Mutterpflanze getrennt vorkommen, so liefert die für Chemiker und Naturhistoriker so wichtige botanische Bestimmung gar keinen Anhaltspunkt. Das macht dann auch die äußere Bestimmung sehr unsicher. Bei weitem die meisten gefundenen fossilen Harze rechnet man zum

Bernstein.

Vom altdeutschen Wort börnen brennen, auf seine Entzündlichkeit hindeutend. Succinum Plinius hist. nat. 37. 11: nascitur autem defluente medulla pinei generis arboribus, ut gummi in cerasis, resina pinis. *Ηλεκτρον* Theophrast de lap. §. 53, schon Herodot 3, 115 sagt, daß Zinn und Elektron aus dem äußersten Westen von Europa kämen. Nach Plinius stammt der griechische Name von der Farbe, die mit der der strahlenden Sonne (*ἠλέκτωρ*) verglichen wurde. Französisch und englisch Amber, Schwedisch Raf (die Wurzel von Raffen), Persisch Karuba Strohräuber (ruba Räuber).

Nur wenige Minerale erfreuen sich eines solchen Rufes, und mit wenigen wurde ein solcher Luxus getrieben. Plinius führt ihn neben Murrhinischen Gefäßen und Bergkrystall auf. Lib. 37. cap. 11 beginnt mit den Worten: proximum locum in deliciis, feminarum adhuc tantum, succina obtinent.

Ein Harz, wie Gummi, Mastir, Kirschharz, Copal rc., aber von einem vorweltlichen ausgestorbenen Baum der Diluvialzeit. Göppert's Pinites succinifer und 8 andere Coniferen der Abietineen und Cupressineen sollen das Produkt geliefert haben. So lange es weich war, schloß es Mücken, Ameisen, Käfer, Spinngewebe mit Thautropfen rc. ein, im Augenblicke des Todes der Insekten erfolgte zuweilen der Abgang von Excrementen, und aus der Begattung kann man schließen, daß im Früh-

jahr zur Zeit der Blüthe das meiste Harz floß. Plinius 37. 11: liquidum primo destillare, argumento sunt quaedam intus translucentia, ut formicae et culices, *lacertaeque*, quas adhaesisse musteo (frisch wie Most) non est dubium, et inclusas indurescenti. Uebrigens beruhen die Einschlüsse von Eidechsen, wie die von Fröschen und Fischen, auf Betrug. Selten hängt noch Holz daran, es faulte ab, doch sind deutliche Belegstücke für die Bäume da. Berendt, die im Bernstein befindlichen Reste der Vorwelt. Berlin 1845.

Gelb bildet die Grundfarbe, feuerähnlich, wie gekochter Honig. In Rom waren die „Falerner" von der Farbe des Falerner Weins die geschätzesten. Alle Töne von Gelb, einerseits ins Weiße, andererseits ins Braune und Schwärzliche sich ziehend. Grüne und Blaue sind niemals rein. Uebrigens färbten ihn schon die Alten mit Bockstalg, Anchusenwurzel, Purpur.

Alle Grade der Durchsichtigkeit, wodurch namentlich auch geflammte Zeichnungen erzeugt werden. Der Weiße ist gewöhnlich trüb wie Elfenbein. Vollkommen muscheliger Bruch, wenig spröde. Fettglanz, und in der Hand gerieben stark politurfähig. Zuweilen auch in zapfen-, tropfen- und birnförmigen Gestalten.

Härte 2—3, Gew. 1,08, also gerade so schwer als Meerwasser, ita volubile, ut pendere videatur, atque considere in vado. Daher kann er in der Ostsee so leicht mit Bernsteinkraut (Fucus vesiculosus und fastigiatus) ans Land getrieben werden.

Harzelektricität durch Reiben in der Hand wie Asphalt: ceterum attritu digitorum accepta caloris anima trahunt in se paleas ac folia arida, quae laevia sunt. Thales (640 a. Ch.) glaubte schon, daß er eine Seele habe, und Buttmann (Abh. Berl. Akad. 1818) leitet davon den griechischen Namen ab (ἕλκειν), ἕλκτρον, ἤλεκτρον der Zieher. In Syria quoque feminas verticillos inde facere, et vocare Harpaga, quia folia et paleas vestiumque fimbrias rapiat.

Die Lichtpolarisation ist wie bei Harzen, Brewster Gilbert's Annalen 1820 tom. 65 pag. 20. „In Stücken, welche voll Luftblasen waren, „wurde durch den Druck der in ihnen eingeschlossenen Luft eine polari- „sirende Struktur rund um die Blasen hervorgebracht, welche sich durch „vier kleine Sectoren polarisirenden Lichtes zu erkennen gab."

Im Feuer brennt er mit heller weißer Flamme, man kann ihn in großen Stücken anzünden, setzt nur wenig Ruß an, und verbreitet dabei einen angenehmen Geruch: candidi odoris praestantissimi. Daher ein berühmtes Rauchwerk, Schechelet 2 Mosis 30, 34. Die Elementaranalyse gibt

$$C_{10} H_8 O \text{ mit etwa } 79 \text{ C}, 10{,}5 \text{ H}, 10{,}5 \text{ Sauerstoff.}$$

Auch 0,2 Stickstoff und etwa eben so viel Asche wird angegeben. Im Kolben schmilzt er bei 287^0, zersetzt sich zu Wasser, brenzlichem, widerlich stinkendem Oel und Bernsteinsäure, die sich in weißen Krystallen am Rande der Retorte absetzt. Die Bernsteinsäure besteht aus $C_4 H_3 O_4$, gehört zu den starken Säuren, und ist auch im Terpentin enthalten, abgesehen davon, daß man sie durch Oxydation von Wachs und Fetten ꝛc. erzeugen kann. Der Rückstand ist das Colophonium succini, was zur Bereitung des Bernsteinfirnisses benutzt wird, da dasselbe sich in fetten Oelen und

Terpentinöl löst, was der ungeschmolzene Bernstein nicht thut. Aether zieht aus dem gepulverten Bernstein einen hellgelben, stark riechenden, klebrigen Balsam, den Berzelius (Pogg. Ann. 12. 429) für das hält, was der Bernstein ursprünglich war, aber vielleicht jetzt ärmer an flüchtigem Oel wie ehemals. Die unlöslichen Bestandtheile des Bernsteins mögen sich durch die Länge der Zeit aus diesem Balsam gebildet, aber allmählig einen Theil desselben so umschlossen haben, daß dessen weitere Veränderung dadurch gehindert worden ist.

Vorkommen. Bisher sah man den Bernstein als ein Produkt der tertiären Braunkohle, sogar der ältesten Braunkohlenformation an. So werden Italien, Spanien, Frankreich, England ꝛc. als Fundorte angegeben. Man darf bei diesen Angaben dann aber nicht vergessen, daß unter dem Namen alle bernsteinartigen Harze verstanden werden, welche scharf von einander zu scheiden bis jetzt noch nicht gelungen ist. So kommt bei Lemberg in der obern Kreideformation mit der riesigen Gryphaea vesicularis ein ausgezeichneter Bernstein in faustgroßen Stücken vor: er ist noch edler und glänzender als der Preußische, und duftet beim Anzünden auf das feinste. In der Pechkohle des Plänerkalkes von Skutsch bei Riechenburg im Chrudimer Kreise von Böhmen führt Reuß einen schwefelhaltigen an. Derselbe fand im Gallicischen die Foraminiferen des Wiener Tertiärgebirges. Daubrée führt Bernstein aus dem Braunkohlengebirge von Lobsann im Elsaß auf (Retinit?). Dieß ist nun jedenfalls nicht Produkt des Bernsteinbaums der Ostseeländer. Wenn es sich daher um die Erklärung des Bernsteins handelt, so nennt man dabei immer das Hauptvaterland: die große norddeutsche Ebene, die Marken, besonders die Ostseeländer von Danzig bis Memel. Auch der $2\frac{1}{2}$ Meilen lange Angernsee bei Riga lieferte beim Abgraben zum Austrocknen viel Bernstein. Zu Gr. Schönebeck bei Zehdenick und bei Brandenburg fand man 1833 ein großes Lager, und grub Stücke bis 4 ℔ schwer aus. Von diesem Bernstein glaubt nun Göppert, daß er der Diluvialzeit, der Zeit der Mammuthe in der Alten und der Zeit der Mastodonten in der Neuen Welt angehöre: von Holland über die germanisch-sarmatische Ebene hin durch Sibiren, Kamtschatka bis nach Nordamerika erstreckte sich der Coniferenwald. Ihr Harzreichthum konnte sich jedenfalls mit der Neuseeländischen Dammara australis messen, obgleich deren Zweige und Aeste von weißen Harztropfen so starren, daß sie wie mit Eiszapfen bedeckt erscheinen (Göppert Berl. Akad. 28. Juli 1853). Man hat im Magen des nordamerikanischen Mastodon Reste von Thuja occidentalis gefunden, die der im Bernstein vollkommen gleichen soll. Dann wäre die Bildungszeit des Bernsteins ganz an die äußerste Gränze der Schöpfungsgeschichte heraufgerückt. Den berühmtesten Punkt bildet die Samländische Küste von Pillau nördlich bis zum Dorfe Groß-Hubnicken, eine Länge von 3 Meilen. Die Küste westlich Königsberg und zwischen dem Kurischen und Frischen Haff geht von Nord nach Süd. In der rauhen Jahreszeit, besonders gegen den Winter, peitschen und unterwühlen die Winde die Küste: die Bernsteinfischer waten hinein, und fangen mit Netzen das Bernsteinkraut, mit welchem eine Welle öfter mehrere Pfund Bernstein auf einmal ins Netz wirft. Die Küste ist jährlich für 10,000 Rthlr. von der Regierung verpachtet, und von Strandreitern bewacht. Was an

Bernstein in jener Gegend, selbst von Bauern beim Pflügen, gefunden wird, muß bei Strafe abgeliefert werden, doch erhält der Finder $\frac{1}{10}$ des Werthes. Die sandigen Ufer sind stellenweis 100—150′ hoch, und an ihrem Fuße liegt ein schwarzer mit Stücken von Braunkohlen gemengter sehr vitriolischer thonigter Sand, der den Bernstein enthält. Landeinwärts bei Groß-Hubnicken und Kraxtepellen sucht man die Schicht durch Grabarbeit zu erreichen: der Landbernstein ist größer als der Seebernstein, an der Oberfläche rauher, und hat die meisten organischen Einschlüsse. Als G. Rose (Reise Ural pag. 4) 1829 durch Königsberg kam, sah er bei dem Pächter Hr. Douglas einen Vorrath von 150,000 ℔ in einem massiven durch eiserne Thüren verschlossenen Gewölbe aufgespeichert, und in Kisten und Körbe nach der Größe der Stücke geordnet. Man hat Tabellen, die bis in das Jahr 1535 hinaufreichen, und nach diesen ist die alljährliche Ausbeute von 150 Tonnen à 80 Berliner Quart sich gleich geblieben.

Die Größe und der Werth der Stücke ist sehr verschieden: das größte befindet sich im Berliner Museum von $13\frac{3}{4}$ Zoll Länge, $8\frac{1}{2}''$ Breite und 3—6″ Dicke, es wiegt 13 ℔ $15\frac{3}{4}$ Lth. und 8 Lth. wurden von dem Finder abgeschlagen, derselbe bekam 1000 Rthlr. Belohnung, so daß es auf 10,000 Rthlr. geschätzt ist. Es fand sich 1803 in einem Wassergraben auf dem Gute Schlappachen zwischen Gumbinnen und Insterburg. Auch Plinius erwähnt eines Stückes von 13 ℔ (à 24 Lth.): maximum pondus is glebae attulit XIII librarum. Das Museum von Madrid soll eines von 8 ℔ besitzen. Für den Handel werden sie in 5 Klassen gebracht:

1) Sortiment 0,8 p. C., Stücke von 5 Lth. und darüber;
2) Tonnenstein 9,6 p. C., 30—40 Stücke auf 1 ℔ gehend;
3) Fernitz 6 p. C., kleine reine Stücke von 1—2 Cubikzoll;
4) Sandstein 64,7 p. C. bildet noch kleinere Stücke;
5) Schluck 18,9 p. C. heißt der unreine Sandstein.

Sandstein und Schluck, so wie der Abgang beim Dreher dient größtentheils zur Destillation der Bernsteinsäure, welche officinell ist, und der Rückstand gibt das Colophonium succini zur Bereitung des Bernsteinfirnisses. Aus dem Tonnenstein und Fernitz werden hauptsächlich Perlen gemacht. Das Sortiment geht meist roh nach Constantinopel, wo es zu Pfeifenspitzen verarbeitet wird, weil die Türken glauben, dieselben nähmen keine ansteckenden Stoffe auf: eine große Spitze von milchweißem Bernstein ohne Flecken und Adern soll daselbst mit 40—100 Rthlr. bezahlt werden.

Dieser Handel mit Bernstein ist uralt, und geht noch heute nach Jahrtausenden seinen Landweg über Breslau, Odessa nach Constantinopel. Jene kalten Gegenden Germaniens würden für die südlichen Völker wenig Reiz gehabt haben, wenn sie nicht mit diesem kostbaren Produkt bevorzugt wären. Und gerade der Bernstein gibt uns einen der schönsten Beweise, wie weit schon alte Völker herum kamen. Bei den Griechen wird er bereits mit den Dichtungen und Mythen über die ältesten Nationalgötter in Verbindung gebracht. Die Mythe bezeichnet ihn als Thränen der Schwestern des Phaeton, Sohn des Sonnengottes, der mit dem Wagen seines Vaters fast die Erde verbrannt hätte. Im Westen heruntergeschleudert beweinten ihn seine Schwestern, die Heliaden, und

von den mitleidigen Göttern endlich in Bäume verwandelt, hörte der Strom ihrer Thränen noch nicht auf, er wurde zu Bernstein. Bei Homer Il. 15, 460 bietet ein Phönizischer Schiffer „eine Goldkette, durchreiht mit *ἠλέκτροις*", zum Verkauf. Schon Pytheas von Massilia 340 a. Ch., der nach Brittannien und Thule kam, scheint auch diese Gegenden besucht zu haben. Bei Plinius 37. 11 heißt es nach ihm, der Bernstein werde gefunden bei den Gultonibus (Gothen) Germaniae genti accoli aestuarium Oceani, Mentonomen nomine, spatio stadiorum sex millium: ab hoc diei navigatione insulam abesse Abalum (das Preußische Paradies, Fischhausen, ein Versammlungsort seit Urzeit, weil es fruchtbar ist gegen die öde Küste): illuc vere fluctibus advehi, et esse concreti maris purgamentum: incolas pro ligno ad ignem uti eo, proximisque Teutonis vendere. Die Teutonen werden hier zum ersten Male erwähnt. Zu Plinius Zeit wußte man ganz gewiß, wo der Bernstein herkam: certum est gigni in insulis septentrionalis Oceani, et a Germanis appelari *glessum* (Glys schwedisch). Die Stelle lag 600,000 Schritte à 5′, also über 100 Meilen, nördlich von Carnutum in Pannonien (Gegend von Preßburg), was vortrefflich auf Königsberg stimmt. Julianus, der dem Nero ein Gladiatorenspiel besorgen sollte, schickte einen römischen Ritter expreß hin, und dieser brachte so ungeheuer viel mit: ut retia arcendis feris, podium protegentia succino nodarentur: arma vero, et libitina (Todtenbahren), totusque unius diei apparatus esset e succino.

Die klaren sind von der sogenannten Kunstfarbe und am geschätztesten: man schleift sie mit Trippel auf Bleischeiben, und gibt ihnen durch Reiben in der Hand Glanz. Durch vorsichtiges Glühen und Kochen in Leinöl wird er besser gemacht. Das Pfund Sortiment kostet 70—80 fl. In wasserfreiem Alkohol löst er sich, und das läßt sich in Formen gießen. Der nachgemachte aus Terpentin, Gummi, Gummilak löst sich schon in bloßem Wasser.

Retinit.

Als eine gelbliche Erde häufig in der norddeutschen Braunkohle, und wegen ihrer Aehnlichkeit mit Bernstein Bernerde von Werner genannt. Hatchett (Philosophical Transact. 1804. 402) fand ihn in der Braunkohle (Boveykohle) von Bovey in Devonshire und glaubte ihn aus Harz und Asphalt zusammengesetzt, nannte ihn daher Retinasphalt (*ῥητίνη* Harz), welchen Namen dann Breithaupt in Retinit verkürzte, Hauy's Résinit.

Sehr spröde Körner meist in Braunkohle eingesprengt, außen gewöhnlich erdig, innen aber noch sehr glänzende Masse, muschelig und glänzender als Bernstein. Lichte gelblichweiße Farbe und auch das Gewicht 1,08 des Bernsteins, wenn er nicht verunreinigt ist. Verbrennt mit aromatischem Geruche, und wird vor dem Schmelzen erst elastisch wie Cautschuk. Daß wir es hier mit bernsteinartigen Produkten zu thun haben, lehrt gleich der erste Anblick. Aber Retinit ist im Alkohol löslicher als Bernstein. Hatchet gibt bei den Englischen 55 p. C. lösliches Harz, 41 unlösliches und 3 erdige Theile. In der Braunkohle von Cap Sable an der westlichen Küste von Maryland kommen Stücke bis zu 5 Zoll Durchmesser vor (Dr. Troost Gilbert's Ann. 1822, Band 70. 297), undurchsichtig

gelb, graubraun, 1,07 Gew., wenn kein Schwefelkies darin ist, der ihn schwerer macht. Mit 55,5 in Alkohol löslichen und 42,5 unlöslichen Theilen. Sehr häufig findet man in den Braunkohlenbrüchen im Stadtgraben von Halle an der Saale, bei Langenbogen, bei Altenburg 2c. klare braungelbe Harzstücke eingesprengt, wovon sich nach Buchholz 91 p. C. in Alkohol lösen. Sie gleichen auffallend den Harzen in der Braunkohle von Meyersdorf in Niederöstreich. Dagegen kommen in der Moorkohle des Grünsandes von Walchow und Obora bei Boskowitz nördlich Brünn in Mähren sehr reine runde Klumpen von Faust- bis Kopfgröße vor, stellenweis gelb, meist aber graulich gelb und geflammt wie Kugeljaspis pag. 175, stärker glänzend als Bernstein. Haidinger nennt sie daher

Walchowit und Schrötter (Pogg. Ann. 59. 61) hat sie genauer chemisch untersucht. Letzterer bekam unter den Destillationsprodukten Ameisensäure, welche Weppen auch beim Terpentinöl bekommen hat. Alkohol zieht nur 1,5 p. C. wohlriechendes Harz aus, Naphtha löst selbst bei der Südhitze nur wenig, concentrirte Schwefelsäure löst ihn dagegen schon in der Kälte:

$$C_{12} = 80,4,\ H_9 = 10,7,\ O = 8,9 \text{ oder } 3\ C_4 H_3 + O.$$

In der Braunkohle kommt außerdem noch sehr häufig eine gelberdige Substanz vor, die in der Moorkohle Flecke bildet, und vorzugsweise unter dem Namen

Bernerde begriffen werden könnte, da sie im Allgemeinen nichts anders zu sein scheint, als ein verwitterter Retinit. Uebrigens muß man nicht vergessen, daß auch der Bernstein durch Verwitterung an der Oberfläche eine sehr spröde Kruste bekommen kann. Es kommen solche Stücke im Lehm der Mark (am Kreuzberge bei Berlin) vor: die Arbeiter kennen es gut, denn sie lieben es auf ihrer Pfeife zu rauchen.

The Highgate Resin oder Fossil-Copal (Copalin) findet sich in bedeutenden Massen in den alttertiären Thonen der Highgate Hill bei London. In der berühmten Woodwardischen Sammlung, die mit großer Sorgfalt zu Cambridge aufbewahrt wird, findet sich schon ein Stück aus den Thongruben bei Islington. Die amorphe, hellgelbe bis dunkelbraune Masse erinnert sehr an Walchowit. Gew. 1,04. Erhitzt verbreitet es einen aromatischen Geruch, schmilzt ohne sich zu zersetzen. Alkohol löst wenig. Enthält nur 2,7 Sauerstoff, dagegen 11,7 H und 85,4 C. Ein anderes aus einer alten Bleigrube von Settling-Stones in Northumberland hatte nach Johnston (London and Edinb. philos. Magaz. XIV. 87) eine ähnliche Zusammensetzung. Derselbe analysirte l. c. XIII. 329 einen

Guyaquillit aus Guayaquil in Columbien, wo er „ein mächtiges Lager" bilden soll. Von hellgelber Farbe, Gew. 1,09, in Alkohol mit gelber Farbe leicht löslich 15 Sauerstoff, 8 Wasserstoff, 76,7 Kohlenstoff. Vielleicht halbfossiler Copal?

Berengelit aus der Provinz St. Juan de Berengela, wo er in so großen Mengen vorkommt, daß er in dem Guano-Hafen von Arica in Süd-Peru zum Kalfatern der Schiffe gebraucht wird, da er die merkwürdige Eigenschaft hat, daß er geschmolzen schmierig bleibt. Dunkelbraun mit einem Stich ins Grün, gelber Strich. Im kalten Alkohol löslich $C_{40} = 72$, $H_{31} = 9,1$, $O_8 = 18,8$. Scheint mehr zu den Weichharzen zu gehören.

Nichtfossile Harze

unterscheidet der Botaniker dreierlei: Hart-, Weich- und Federharze. Die Federharze (Kautschuck und Guttapercha) werden im Milchsafte verschiedener Pflanzen angetroffen, Kautschuk in der Siphonia elastica, Guttapercha stammt von Isonandra Gulla, und wird erst durch Erwärmen stark elastisch. Der fossile Elaterit pag. 647 darf damit wohl nicht verglichen werden. Kautschuk enthält keinen Sauerstoff. Weichharze sind schmierig, wie z. B. der Vogelleim. Zu den Hartharzen gehört vor allen das Fichtenharz, aus welchem durch Entfernung des flüchtigen Oels das Colofonium (Geigenharz) dargestellt wird. Der Mastix von Pistacia lentiscus soll die Zusammensetzung des Bernsteins haben. Besonders aber verdient der Copal, hauptsächlich von Hymanäenarten in Guinea stammend, der in großen Mengen im Handel vorkommt, ins Auge gefaßt zu werden. Derselbe hat ein auffallend bernsteinartiges Aussehen, nur ist er klarer und durchsichtiger. Er findet sich oft in Flußanschwemmungen, wie Bernstein, und hat da schon Veränderungen erlitten. Nach Martius kommen an der Wurzel der Hymanaea curbaril einer brasilianischen Leguminose Klumpen von 6—8 ℔ Schwere vor, sie sollen aber nie Insekten enthalten. Dagegen trifft man an der südafrikanischen Küste Copale, die von Insekten wimmeln. Manche davon sehen sogar nach der mitvorkommenden rothen Erde halbfossil aus. Ich habe z. B. ein Stück von 1 Cubikzoll vor mir, worin wenigstens 200 kleine Ameisen sitzen, ganz wie im Bernstein. Wenn die Fundorte richtig sind, so würde nicht blos der ostindische Copal, der aus der Vateria indica fließt, Insekten einschließen. Jedenfalls zeigen diese Harze, die ebenfalls in Weingeist nicht oder doch nur schwer löslich sind, wie leicht man durch das äußere Ansehen irre geführt werden kann. Schrötter (Pogg. Ann. 59. 73) hat die Analyse mehrerer zusammen gestellt, um chemisch darzulegen, daß Bernstein und Retinit ebenfalls Harze seien, und daß die Veränderungen, welche sie erlitten haben, sich weit mehr auf ihre nähern Bestandtheile, das ist auf die Art und Weise, wie die Atome ihrer Elemente sich unter einander verbunden haben, als auf die quantitativen Verhältnisse derselben erstrecken:

	C	H	O
Retinit	12	9	1
Bernstein	10	8	1
Copal	10	9	1
Mastix	10	8	1
Elemiharz	10	8	1
Fichtenharz	8	6	1
Damaraharz	16	13	1

Der Copalfirniß ist sehr wichtig, aber viele Copale muß man, ehe sie in Alkohol und Terpentinöl gelöst werden können, vorher wie den Bernstein schmelzen. Die Handelswaare zeigt gewöhnlich auf der Oberfläche kleine sechsseitige Warzen, die nach dem Gesetz der Bienenwaben neben einander stehen, und deren Entstehung ich mir nicht erklären kann.

4. Organische Salze.

Außer den Kohlen, Bitumen und Harzen kommen endlich noch Salze mit organischen Säuren vor, die ebenfalls nicht dem Steinreiche als solchem angehören, obgleich sie im Schooße der Erde sich theilweis erzeugt und erhalten haben. Wie leicht das möglich war, erklären nicht blos die Anhäufung von Pflanzenstoffen, sondern auch die thierischen Reste, wie sie noch bis in die historische Zeit herauf besonders an Meeresküsten sich ablagern. Man darf nur das Guano anführen, worin Vauquelin und Klaproth (Beiträge IV. 299) nicht blos oxalsauren Kalk, sondern auch concrete Harnsäure als wesentlichen Bestandtheil angeben. Nach Alex. v. Humboldt bedeutet Huanu (die Europäer verwechseln immer Hua mit Gua und u mit o), in der Sprache der Inca Mist. Die Guanoinseln und Klippen befinden sich alle zwischen dem 13ten und 21sten Grade südlicher Breite, wo es nicht regnet, und wo sich der Mist der Pelicane, Flamingos rc. bis zu 180′ Mächtigkeit anhäufen konnte. Bei Arica verbreitet die kleine Isla di Guano einen solchen fürchterlichen Gestank, daß die Schiffe deshalb sich der Stadt nicht ganz zu nähern wagen, ja selbst auf dem Meere muß man niesen, wenn man einem Guanero (Guano-Fahrzeuge) begegnet. Seit der Regierung der Incas ist Guano ein wichtiges Objekt der Staatswirthschaft, die Küste von Peru wäre ohne diesen Mist unbewohnbar. Ja jetzt ist sogar die Bodenkultur Europa's davon abhängig geworden. Welche Massen organischer Salze müssen also da nicht aufgehäuft liegen. Solche Beispiele lehren zugleich, wie schwer es Mineralogen werden muß, zwischen Kunst und Natur die Gränze zu ziehen.

Aber hiervon abgesehen, kommen auch mitten in den Kohlenflötzen der Vorzeit Salze vor, die Säuren enthalten, welche auf unorganischem Wege nicht erzeugt werden konnten. Das merkwürdigste Beispiel bietet der

Honigstein.

Schon lange bekannt, Born hielt ihn für krystallisirten Bernstein, andere für Gyps mit Bergöl angeschwängert. Werner gab ihm den passenden Namen nach seiner honiggelben Farbe, Hoffmann Bergm. Journ. 1789. II. 1, pag. 395, den Hauy in Mellite übersetzt. Die Braunkohle von Artern in Thüringen ist noch heute der einzige wichtige Fundort. So bernsteinartig sie auch aussehen mögen, so sind sie doch alle krystallisirt, und zwar im

4gliedrigen Krystallsystem. Die sehr glänzenden um und um gebildeten Oktaeder haben nach Kupfer $93^0\ 6'$ in den Seiten- und $118^0\ 14'$ in den Endkanten, folglich

$$a = \sqrt{1{,}795},\ \lg a = 0{,}12703.$$

Da die Flächen etwas gebogen sind, so eignen sie sich nicht zu scharfen Messungen. Das Oktaeder hat einen versteckten, jedoch gut erkennbaren Blätterbruch, ist aber meist verletzt, zellig und mit fortificationsartigen Absonderungsflächen bedeckt. Doch selbst die zerfressensten und mit Kohlenmulm durchzogenen zeigen Spuren glänzender Krystallflächen. Auch kleine Abstumpfungen der Ecken kommen hin und wieder vor: die zweite quadratische Säule $a : \infty a : \infty c$ jedoch häufiger als die Gradendfläche $c : \infty a : \infty a$.

Honig- bis wachsgelb, halbdurchsichtig, Härte 2, Gew. 1,59. Harzglanz. Wenig spröde, starke doppelte Strahlenbrechung.

Vor dem Löthrohr brennt er nicht, sondern wird schnell schneeweiß, darauf schwarz und brennt sich zuletzt abermals weiß. Dieser weiße Rückstand wird mit Kobaltsolution schön blau, verhält sich also wie reine Thonerde. Wegen dieses Weißbrennens hielt man ihn anfangs für Gyps, bis Klaproth 1799 (Beiträge III. 114) die Pflanzensäure darin nachwies, welcher er den Namen Honigsteinsäure (Acidum melilithicum) = $C^4 O^3$ gab, kurz Mellithsäure, die mit Oxalsäure in nächster Verwandtschaft steht. Nach Wöhler (Pogg. Ann. 7. 330) enthält sie

$$41{,}4\ \overline{M},\ 14{,}5\ \ddot{A}l,\ 44{,}1\ \dot{H},\ \text{etwa}\ \ddot{A}l\,\overline{M}^3 + 18\,\dot{H}.$$

Liebig nimmt die Honigsteinsäure als eine Wasserstoffsäure $C^4 O^4 H = C^4 O^3 + H O$, dann wird die Formel

$$\ddot{A}l\,\overline{M}^3 + 15\,\dot{H}.$$

Honigstein löst sich in kalter Salpetersäure in großen Stücken, bleibt dabei durchsichtig, nur bleiben Flocken zurück, die sich aber später vollkommen lösen. Die Verbindung ist so schwach, daß kochendes Wasser nach mehreren Stunden aus dem Pulver einen bedeutenden Theil der Honigsteinsäure auszieht, so wurde Klaproth auf die Entdeckung der Säure geführt, die bis jetzt noch nie künstlich erzeugt worden ist. Gegenwärtig behandelt man den Honigstein mit Ammoniak, zersetzt das gebildete honigsteinsaure Ammoniak durch salpetersaures Silberoxyd, und das honigsteinsaure Silberoxyd durch Salzsäure. Die Honigsteinsäure krystallisirt dann in farblosen, luftbeständigen, scharfsauren Nadeln.

Hauptfundort ist die Braunkohle von Artern am Kiffhäuser, wo er gerade nicht selten und zwar bis zu zollgroßen Krystallen vorkommt. Volger gibt ihn auch als zarten honigfarbigen Anflug in der Braunkohle von Dransfeld an. Reuß (Leonhard's Jahrb. 1841. 249) erwähnt ihn in rinden- und plattenförmigen Ueberzügen, selten in höchst verzogenen Oktaedern aus der Braunkohle von Luschitz südlich Bilin in Böhmen. Derselbe beschlägt sich an der Luft mit blaßgelbem Mehle, was man auch bei dem von Artern findet. Glocker (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 36. 52) hat Haufwerke kleiner Oktaeder in der Moorkohle von Walchow, wo der Retinit pag. 656 so ausgezeichnet vorkommt, gefunden.

Carolathin, Sonnenschein Zeitschrift Deut. Geol. Gesellsch. V. 223, aus den Steinkohlen zu Zabrze bei Gleiwitz in Oberschlesien, honigsteinähnliche Trümmer in den Kohlen bildend, Härte 2—3, Gew. 1,5. Verglimmt vor dem Löthrohr ohne Flamme und läßt 47,25 $\ddot{A}l$ und 29,6 $\ddot{S}i$ zurück. Das Uebrige ist eine Huminartige Substanz von 19,4 C, 2,4 H und 1,3 Sauerstoff.

Oxalit

wurde von Hr. Sack in der Braunkohle von Gr. Allmerode in Hessen entdeckt, bald darauf aber deutlicher in der Moorkohle von Koloseruk bei Bilin, und von Breithaupt (Gilbert's Ann. 1822, Band 70, pag. 426) Eisenresin genannt, weil man ihn für honigsteinsaures Eisen hielt. Doch zeigte Rivero (Ann. Chim. Phys. 1821 tom. 18. pag. 207), daß es oxal-

saures Eisen sei und nannte es Humboldtin, Leonhard Humboldtit, Hauy Fer oxalaté, Phillips Oxalate of Iron.

Es ist das 2te Mineral, worin eine organische Säure nachgewiesen ist, und nimmt deshalb unsere Aufmerksamkeit in besondern Anspruch, obgleich das Mineral an sich nicht blos zu den Seltenheiten gehört, sondern auch wenig hervorstechende Kennzeichen hat.

Es kommt in Böhmen höchstens in nadelförmigen Krystallen vor, die Hauy für 4gliedrig hielt. Meistens bildet es nur traubige, plattige Ueberzüge, die ins Erdige übergehen, und dann wegen ihrer ockergelben Farbe leicht mit Brauneisenocker verwechselt werden können, aber das Gewicht beträgt nur 2,2.

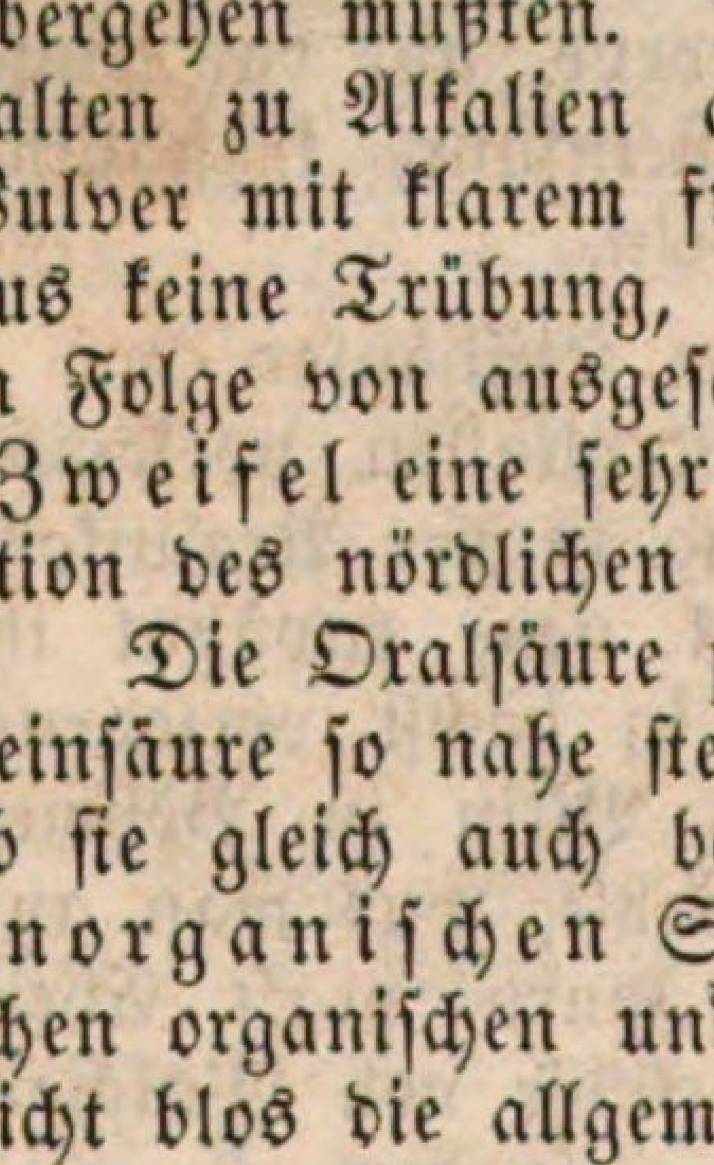
In der Flamme schwärzt er sich sogleich und wird dann roth und magnetisch. In Säuren ist er leicht löslich, von Alkalien wird er zerlegt, indem sich Eisenoxydul mit grüner Farbe abscheidet, welche bald ins Rothbraune übergeht. Nach der sorgfältigen Analyse von Rammelsberg (Pogg. Ann. 46. 283) besteht er aus

$$2\,\dot{F}e\,\ddot{C} + 3\,\dot{H} \text{ mit } 41{,}1\,\dot{F}e,\ 42{,}4\,\dddot{C} \text{ und } 16{,}5\,\dot{H}.$$

Dagegen hat Berzelius geltend zu machen gesucht (Pogg. Ann. 53. 633), daß der Oxalit kein bloßes Eisenoxydulsalz sein könne, sondern wenigstens einen Theil Eisenoxyd enthalten müsse, da Eisenoxydulsalze, Jahrtausende hindurch mit der Erdfeuchtigkeit in Berührung, nothwendig in Oxydsalze übergehen müßten. Indeß zeigte Rammelsberg, daß nicht blos das Verhalten zu Alkalien auf Eisenoxydul hinweise, sondern er mischte auch Pulver mit klarem frischbereitetem Schwefelwasserstoff, es entstand durchaus keine Trübung, was geschehen müßte bei Gegenwart von Eisenoxyd in Folge von ausgeschiedenem Schwefel. „Außerdem ist der Oxalit ohne „Zweifel eine sehr neue Bildung in den Braunkohlen der Tertiärforma„tion des nördlichen Böhmens."

Die Oxalsäure pag. 466, durch ihre Zusammensetzung der Honigsteinsäure so nahe stehend, stammt jedenfalls hier aus dem Pflanzenreiche, ob sie gleich auch bei der Kaliumbereitung als Nebenprodukt aus rein unorganischen Substanzen gewonnen wird, und sie in sofern zwischen organischen und unorganischen Säuren mitten inne steht. Sie ist nicht blos die allgemeinste Pflanzensäure, die übrigens auch im Thierreiche vorkommt, sondern auch wohl die stärkste organische Säure überhaupt. Daher darf es uns nicht verwundern, sie hier im Braunkohlengebirge noch anzutreffen.

Oxalsaurer Kalk (Whewellit) wird von Brooke (Phil. Mag. Juniheft 1840) in kleinen meist Zwillingskrystallen auf Calcit pag. 437 sitzend, der wahrscheinlich von Ungarn stammt, beschrieben. Nach beistehender von Miller (Elem. introd. to Mineralogy pag. 626) entlehnten Horizontalprojektion gehört er dem 2 + 1 gliedrigen Systeme an: eine geschobene Säule*) m = 110



*) Da Millers Bezeichnungen in Poggendorfs Annalen 55. 624, in Beer's höhere Optik ꝛc. vielfach vorkommen, so benütze ich hier zum Schluß die Gelegenheit, sie zu erklären: Dieselben schließen sich glücklicher Weise eng an die Weißischen

$= a : b : \infty c$ macht vorn $100^0\ 36'$, ihre scharfe Kante wird durch $b = 010 = \infty a : b : \infty c$ gerade abgestumpft; die vordere Schiefendfläche $e = 101 = a : \infty b : c$, welche die Zwillinge gemein haben, macht vorn in Kante $e/m = 128^0\ 2'$; die hintere Gegenfläche $c = 001 = \infty a : \infty b : c$ macht in $c/e = 109^0\ 28'$; $s = 132 = a : \frac{1}{3}b : \frac{1}{2}c$, $x = 011 = \infty a : b : c$, $f = \bar{1}12 = a' : b : \frac{1}{2}c$, $u = 120 = a : \frac{1}{2}b : \infty c$. Flächen cmb sind blättrig, m parallel der Axe c und f parallel der Mediankante gestreift. Die Zwillinge haben e gemein und liegen umgekehrt, $c/c' = 141^0\ 4'$. Kleine farblose stark glänzende Krystalle von 2—3 Härte und 1,8 Gew. Sie bestehen aus

$$\dot{C}a\,\ddot{C} + \dot{H} \text{ mit } 49{,}3\ \ddot{C},\ 38{,}4\ \dot{C}a,\ 12{,}3\ \dot{H}.$$

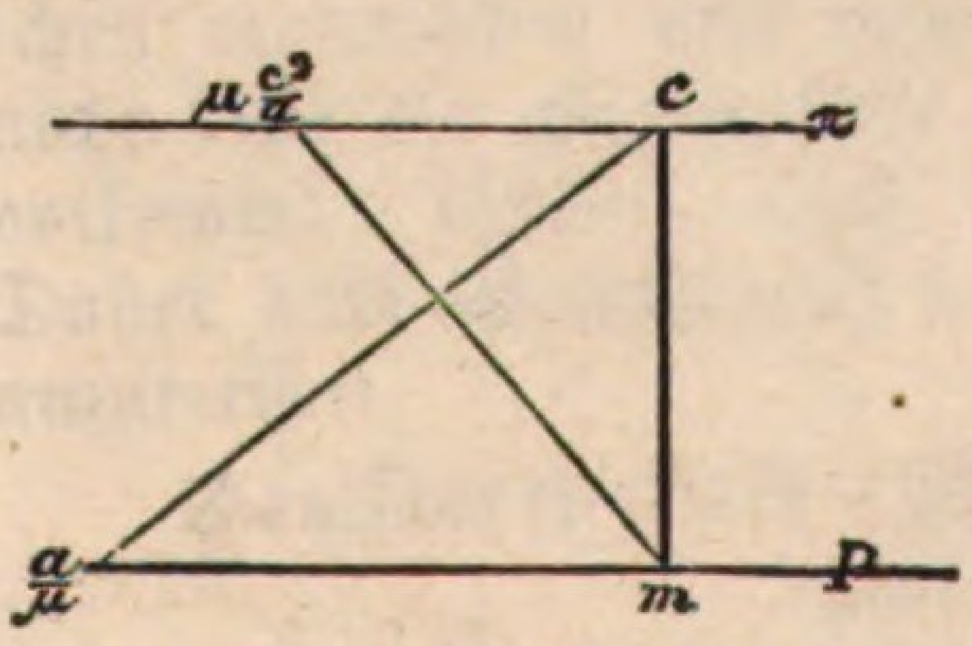
Der kleesaure Kalk fehlt vielleicht in keiner Pflanze, er ist in Wasser, selbst in Essigsäure nicht löslich, durch Glühen verwandelt er sich in kohlensauren Kalk. Daher würde es nicht überraschen, wenn er sich dereinst in größern Mengen wenigstens im Braunkohlengebirge vorfinden sollte.

Axen an, indem ein Symbol $\mu\nu\lambda = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : \frac{c}{\lambda}$ von Weiß ist, wie wir sogleich pag. 662 beweisen werden. Wegen dieser Einfachheit verdienen sie freilich vor vielen andern Symbolen den Vorzug, doch könnten die Axenausdrücke eben so kurz neben einander gesetzt werden.

Neumann's graphische Methode.

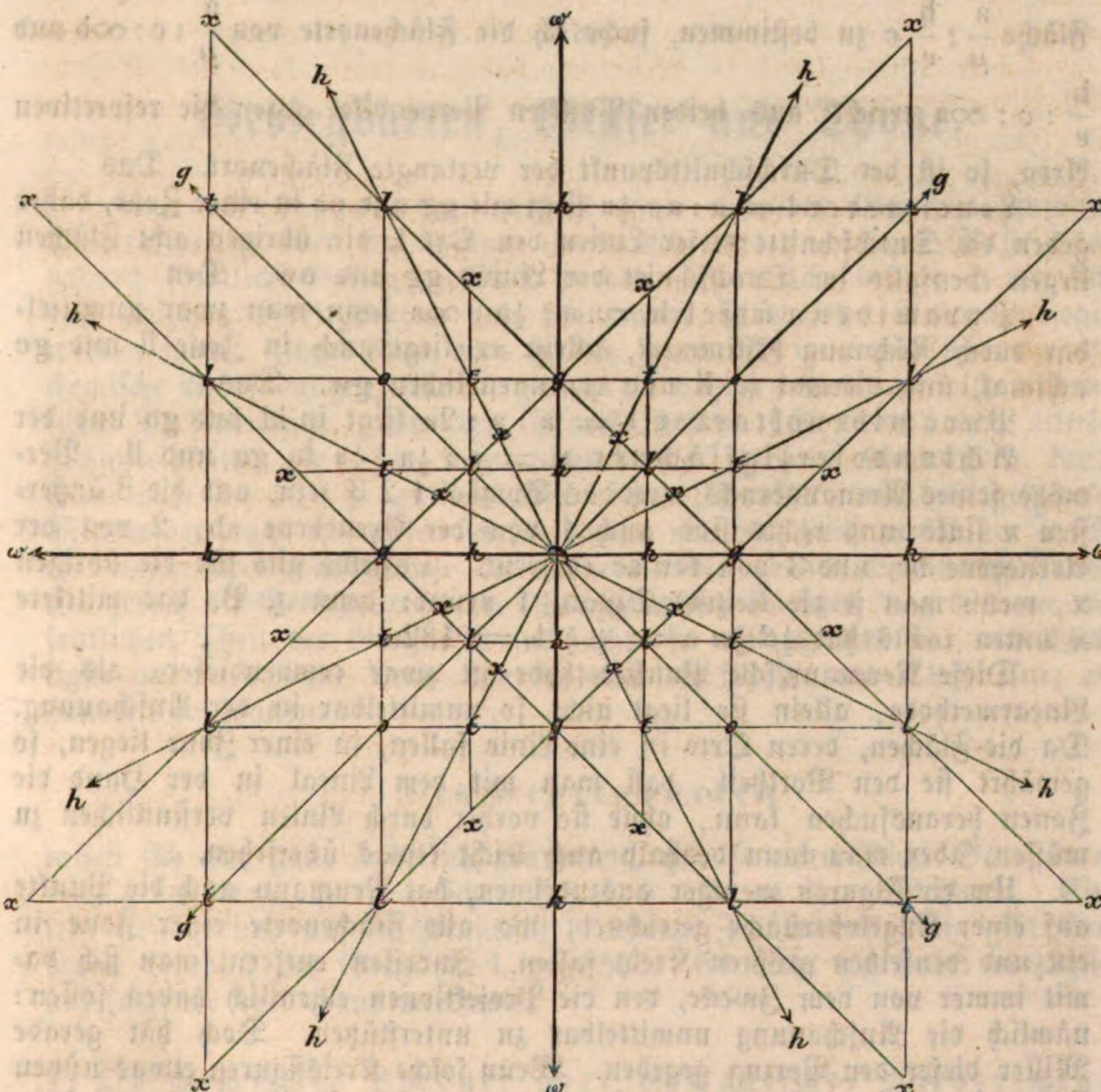
Sie ist in dessen „Beiträge zur Krystallonomie", Berlin und Posen 1823, auseinander gesetzt. Leider erschien davon nur das erste Heft, so gering ist die Theilnahme des größern Publikums an schwierigern krystallographischen Untersuchungen. Neumann hat uns zuerst hier mit der Idee von Projektionen vertraut gemacht, die aber seit mehr als 30 Jahren in Deutschland fast ignorirt worden ist. Dagegen hat der Engländer Miller die Sache nicht blos in seinem „Treatise on Crystallography, Cambridge 1839" aufgenommen, sondern auch in der neuen Ausgabe von der „Elementary introduction to Mineralogy by the late William Phillips. London 1852" die Symbole und Rechnung darauf gegründet.

Die Neumann'sche Projektion beruht auf folgender Anschauungsweise: Denken wir uns ein System von Flächen in ihrer Projektionslage, wie es pag. 33 auseinander gesetzt ist, legen eine Fläche π durch den Scheitelpunkt c parallel unserer Projektionsebene P, und fällen nun vom Mittelpunkt m des Systems je ein Perpendikel p auf die Flächen, so wird dieses Perpendikel über die Fläche hinaus verlängert die Projektionsebene π in einem Punkte schneiden, dieser Punkt ist der Ort der Fläche (Flächenort), aus welchem die Zonenverhältnisse hervorgehen. Was bei unserer Projektion durch eine Linie dargestellt ist, wird hier einfacher durch einen Punkt gegeben. Alle Flächen, die in einer Zone liegen, haben dann auf der Projektionsebene π ihre Flächenorte ebenfalls in einer Linie. Habe ich



also eine Kante $c : \frac{a}{\mu}$ auf die Projektionsebene π nach der Neumann'schen Methode zu projiciren, so ist ihr Ort $\mu\frac{c^2}{a}$ von c entfernt. Denn nennen wir den Ort x, so ist nach der Aehnlichkeit der Dreiecke $\frac{a}{\mu} : c = c : x$, also $x = \frac{a}{\mu} \cdot c^2$. Setzen wir c = 1, so ist der Ort des Ausdruckes $\frac{a}{\mu}$ einfach zu $\frac{\mu}{a}$ geworden. Haben wir also eine Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c$, so ist ihr Ort $\frac{\mu}{a}\,\frac{\nu}{b}\,c$. Daraus gibt sich von selbst, daß wenn ich die Projektionsebene π nicht durch die Einheit von c, sondern durch $\frac{c}{\lambda}$ lege, eine Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : \frac{c}{\lambda}$

$= \lambda \cdot \frac{a}{\mu} : \lambda \cdot \frac{b}{\nu} : c$ den Ort $\frac{\mu}{\lambda a} \frac{\nu}{\lambda b} c = \frac{\mu}{a} \frac{\nu}{b} \frac{\lambda}{c}$ haben muß. Miller setzt nun statt des wirklichen Axenausdrucks $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : \frac{c}{\lambda}$ einfach die Symbole $\mu\nu\lambda$, und zwar immer in der gleichen Reihenfolge, so daß aus ihnen sich die Axenausdrücke sogleich ablesen lassen, zumal da er glücklicher Weise in den Buchstaben für die Axenrichtungen von Weiß nicht abweicht. Die Sache wird noch klarer, wenn wir auf die Entwickelung einer Projektion selbst eingehen, wir wählen dazu das **reguläre System**, unterscheiden aber des Verständnisses wegen die Axen $\alpha\beta c$, worin die griechischen $\alpha\beta$ den a und b correspondiren.



Sämmtliche Flächen sind auf die Würfelfläche w projicirt. Von den drei **Würfelflächen** hat die horizontale ihren Ort im Mittelpunkt c der Projektion, die beiden Vertikalen haben ihre Orte dagegen im Unendlichen ww. Die Orte der

Granatoederflächen g = a : c : ∞b ꝛc. ergeben sich ebenfalls

einfach, denn es sind die Orte Perpendikel vom Mittelpunkt m auf die Kante c : a 2c. gefällt. Zwei g davon haben ihre Orte im Unendlichen, allein die Ermittlung ihrer Lage macht keine Schwierigkeit, da sie in der Mitte zwischen den Unendlichen ww liegen müssen. Die Orte der

Oktaederfläche o finde ich, indem ich die Punkte von g mit w verbinde, deren Durchschnitt dann oooo gibt. Denn ziehe ich von diesem o noch den Mittelpunkt m, der unter der Projektionsebene gedacht wird, so muß diese senkrecht auf a : b : c stehen, da ocgg die Ecken eines Würfels sind, der seine o gegenüber liegende Ecke im Mittelpunkte m hat. Das Symbol der Fläche o = 111 bedeutet weiter nichts, als die Entfernung des Ortes o von den drei Axenebenen ab, ac, bc: so bestimmt man die Wirkung dreier Kräfte im Raum. Um also ganz allgemein den Ort einer Fläche $\frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ c zu bestimmen, suche ich die Flächenorte von $\frac{a}{\mu}$: c : ∞b und $\frac{b}{\nu}$: c : ∞a errichte aus beiden Punkten Perpendikel gegen die respectiven Axen, so ist der Durchschnittspunkt der verlangte Flächenort. Das

Leucitoeder l = a : a : $\frac{1}{2}$a liegt mit gg und oc in einer Zone, daher geben die Durchschnitte dieser Linien den Ort l, die übrigen acht Flächen liegen ebenfalls im Durchschnitt der Linien gg und ow. Den

Pyramidenwürfel h = a : $\frac{1}{2}$a : ∞a kann man zwar unmittelbar durch Rechnung bestimmen, allein er liegt auch in Zone ll und gc achtmal, und viermal in ll und der unendlichen gw. Das

Pyramidenoktaeder t = a : a : 2a liegt in hl und go und der

Achtundvierzigflächner x = a : $\frac{1}{2}$a : $\frac{1}{3}$a in gg und ll. Vermöge seines Axenausdrucks muß das Symbol 1 2 3 sein, und die 8 äußersten x links und rechts sind auch 1 von der Axenebene ab, 2 von der Axenebene bc, und 3 von der ac entfernt. Dasselbe gilt für die übrigen x, wenn man je die kleinste Distanz 1 nennt: denn z. B. das mittlere x unten rechts hat $\frac{1}{2}\beta\ \frac{3}{2}\alpha$ c = $\frac{1}{2}\ \frac{3}{2}$ 1 = 132.

Diese Neumann'sche Punktmethode ist zwar compendiöser, als die Linearmethode, allein sie liegt nicht so unmittelbar in der Anschauung. Da die Flächen, deren Orte in eine Linie fallen, in einer Zone liegen, so gewährt sie den Vortheil, daß man mit dem Lineal in der Hand die Zonen heraussuchen kann, ohne sie vorher durch Linien versinnlichen zu müssen, aber man kann deshalb auch leicht etwas übersehen.

Um die Figuren weniger auszudehnen, hat Neumann auch die Punkte auf einer Kugeloberfläche gezeichnet, wo alle Flächenorte einer Zone in ein und denselben größten Kreis fallen. Indessen entfernt man sich damit immer von dem Zwecke, den die Projektionen eigentlich haben sollen: nämlich die Anschauung unmittelbar zu unterstützen. Doch hat gerade Miller dieser den Vorzug gegeben. Wenn solche Kreisfiguren etwas nützen sollen, so müssen möglichst viel Zonen durch größte Kreise angedeutet sein, denn hier kann man mit dem Lineal in der Hand nicht mehr forschen.

Auch für die Rechnung bietet diese Projektion manche Bequemlichkeit: so sieht man leicht ein, daß der Winkel zwischen den Perpendikeln den Kantenwinkel der beiden zugehörigen Flächen zu 180° ergänzt, Miller gibt daher auch immer diese Supplementwinkel an, was gerade nicht anschaulich ist, doch kommt bei derartigen Betrachtungen viel auf Gewohnheit an.

Anhang

über

Gebirgsarten, Gläser und Thone.

Unter Gebirgsarten versteht man entweder Gemische einzelner Mineralspecies oder Anhäufung eines Minerals in solcher Masse, daß dadurch förmliche Gebirge gebildet werden. Die Sache bringt es mit sich, daß zwischen Gebirgsarten und Mineralen keine feste Gränze gezogen werden kann. Ideal kann man freilich sagen: Minerale sind einfache chemische Verbindungen, Gebirgsarten dagegen Gemische solcher chemischer Verbindungen. In der Praxis stellen sich dabei aber allerlei Schwierigkeiten ein, die man nicht immer gehörig überwinden kann. Man hilft sich da, so gut es eben geht. Jedenfalls muß ein gebildeter Mineraloge auch mit diesen Gebirgsarten vertraut sein, zumal da sie für die empyrischen Kennzeichen der Minerale die größte Bedeutung haben. Da jedoch die Gebirgsartenlehre (Petrographie) heutiges Tages einen wesentlichen Theil der Geognosie ausmacht, so will ich hier nur das Wichtigste andeuten, um dann von da aus die Gläser und Thone kurz abhandeln zu können.

Die Gebirgsarten

lassen sich nur ganz äußerlich gruppiren, und so vortreffliche Gruppen es auch geben mag, so verwischen sich doch alle an ihren Gränzen. Eine sehr fleißige und auf Sachkenntniß beruhende Zusammenstellung gibt Naumann Lehrbuch der Geognosie I. pag. 537. Es dreht sich dabei vorzüglich um folgende drei Hauptmerkmale:

1) Ob chemisches Product oder mechanischer Niederschlag.

Die chemischen Produkte sind natürlich fester bestimmbar als das zufällig mechanisch zusammengeflözte oder durch Zertrümmerung und Veränderung entstellte Schlamm-, Sand- und Schuttgebirge. Und von den chemischen Produkten sind die auf heißem Wege gebildeten wieder viel wichtiger, als die auf nassem Wege ausgeschiedenen. Man hält in dieser Hinsicht hauptsächlich dreierlei auseinander:

Feuer-, Wasser- und Metamorphische-Gesteine.

Die Luft hat nur wenig zur Felsenbildung beigetragen. Sie dient hauptsächlich zur Erzeugung der Gebirgskrume, die den Felsen vor weiterer Zerstörung schützt. Kann man auch die dreierlei noch nicht scharf lociren, so ist doch an den drei Arten der Bildungsweise nicht zu zweifeln. Die eigenthümlichste Mittelstellung nimmt das metamorphische Gestein ein. Die Metamorphose ist eine doppelte: Feuergesteine wie der Granit zerfallen durch Einwirkung von Wasser und Luft zu Grus, der durch Infiltrationen wieder fest zusammenbäckt; die Wasserniederschläge wurden durch Feuer erhitzt und nahmen so ein krystallinisches Gefüge an, wie viele Schiefer der Alpen angesehen werden.

2) Structurverhältnisse. Die Structur ist eine doppelte: Mineral- und Felsstructur.

Mineralstructur ist körnig (Granitisch), dicht, oder die Vermischung von beiden porphyrisch. Auch kommt es wesentlich darauf an, ob die Minerale sich im glasigen (vulkanischen) oder frischen (urgebirgischen) Zustande befinden. Die Felsstructur ist massig oder geschichtet; compact oder porös. Die porösen haben eckige (Schlacken) oder runde hohle Räume (Mandelsteine). Diese Höhlungen sind frei oder mit fremdartigen Substanzen ausgefüllt. Alles das bestimmt den Namen einer Felsart.

3) Mineralspecies-Combination. In dieser Hinsicht unterscheidet man einfache und gemengte Gesteine. Die Mengung ist willkührlich und hat keine Gränze, doch pflegt man auch hier gern auf **ein** Mineral das Hauptgewicht zu legen.

Da man bei der Aufzählung kein rechtes Princip festhalten kann, so ist es gut, auf das Alter und die Bedeutung der Gesteine in Beziehung auf Häufigkeit Gewicht zu legen.

Im Urgebirge zeigt sich hauptsächlich der Gegensatz von Körnigen und Porphyrschen Gesteinen. Unter Porphyren versteht man eine dichte Grundmasse, worin sich Krystalle ausgeschieden haben.

A. Frische körnige Gesteine.

Man kann darunter alle Silikate begreifen, geschichtete und ungeschichtete, in denen sich die einzelnen Minealtheile sicher von einander sondern lassen. Sie gehören hauptsächlich dem ältesten Gebirge an.

a) Feldspath herrscht vor.

1. Granit.

Enthält vorherrschend Feldspath, Glimmer ist wenig aber sichtbarer als der Quarz. Alle drei Minerale liegen körnig nebeneinander und können scharf von einander geschieden werden. Es ist das häufigste, älteste und krystallinischste aller Gebirgsarten. Obgleich der Name von Granum

das Korn entlehnt ist, so kommt er doch nicht bei den Alten, noch nicht einmal bei Agricola vor, der ihn vielleicht unter Grindstein (saxum quod ex scabie nomen invenit Agric. Rerum metallicarum interpretatio pag. 707) begriffen hat. Nach Emmerling (Lehrb. Mineral. III. 24) erwähnt den Namen zuerst Tournefort Voyage du Levante Paris 1698, indem Italienische Künstler sich schon längst der passenden Bezeichnung bedienten.

Der Feldspath herrscht bei weitem darin vor. Nach G. Rose (Zeitschrift der deutschen Geol. Gesellsch. I. 352) kommt außer Kalifeldspath noch Oligoklas pag. 193 von röthlicher, grünlicher, gelblichgrauer bis schneeweißer Farbe vor. Neben weißem Kaliglimmer stellt sich auch schwarzer Magnesiaglimmer ein. Hornblende fehlt nicht ganz, doch sobald sie in größerer Menge eintritt, nennt man das Gestein Syenit. Turmalin, Granat, Zirkon, Dichroit, Gadolinit, Orthit ꝛc. und viele andere Minerale bilden darin hin und wieder sehr untergeordnete Gemengtheile.

Man kann hauptsächlich zweierlei Granite unterscheiden: porphyrischen Granit, worin sich eine körnige Grundmasse zeigt, in welcher die großen weißen Karlsbader Zwillinge in Menge zerstreut liegen. Man sieht diesen für den ältesten an. Seine kühnen plumpen Felsenmassen sieht man besonders schön auf der Badischen Seite des Schwarzwaldes. Die Sudeten, das Erz- und Fichtelgebirge, die Roßtrappe auf dem Harze ꝛc. zeigen ihn in besonderer Schönheit. Schon Lasius vergleicht sie mit großen Wollsäcken.

Noch verbreiteter ist der gleichkörnige Granit (Granitit), das Korn ist bald gröber, bald feiner. Es gehört mit zu den schönsten Gesteinen, welche wir kennen. Auf Gängen und in kleinen Stückgebirgen bilden sich öfter sehr grobkörnige feldspathreiche Partieen aus (Ganggranit). Da zeigen sich auch krystallinische Massen, wo die Blätterbrüche in großer Flucht aushalten, nehmen dieselben hohle Quarzkrystalle in paralleler Stellung auf (Mursinsk), so hat man das Schriftgranit (Pegmatit) genannt, weil senkrecht oder schief gegen die Quarzsäulen geschnitten die hohlen Krystalle schriftartige Züge bilden.

Protogyne nannte Hauy (Traité Minér. IV. 538) den Granit der Alpen, besonders des Mont-Blanc, worin der Glimmer durch chloritischen Talk vertreten ist, der sich krummschichtig durch das Gestein hindurchzieht. Saussure's Granite veiné. Am Monte Rosa bildet der Chlorit oft so regelmäßige Schichten, daß man das Gestein mit gleichem Rechte Gneis nennen könnte.

Weißstein Wr. (Granulit Weiß), ein feinkörniger Feldspath mit Quarz, worin ganz kleine Granaten, öfter von Cyanit begleitet, eingesprengt sind. Streifungen erinnern an Schichtung, auch sondert er sich gern in Platten, die nach Dr. Hochstetter der Schichtung nicht conform sind. So kommt er am Nordrande des Sächsischen Erzgebirges und im Böhmerwalde zwischen Prachatitz, Krumau und Budweis in den Gneis eingelagert vor, mächtige elliptische Stückgebirge bildend. Davon verschieden sind die kleinkörnigen Ganggranite in den Vogesen und dem Schwarzwalde, die man fälschlich auch so genannt hat, obgleich ihnen Quarz und Granaten fehlen.

2. Gneis

nennt der sächsische Bergmann seit alter Zeit sein Erzführendes Gestein. Es ist ein geschichteter Granit, in dem der dunkelfarbige Glimmer zunimmt und sich schichtenweis lagert. Doch kann man den Feldspath zwischen den Glimmerschichten noch deutlich erkennen, auch der Quarz fehlt nicht. Alle sind noch krystallinisch, wenn gleich sie an Schönheit gegen den Granit verloren haben. Einerseits geht er in den Granit, andererseits in den Glimmerschiefer über. Bildet die Hauptmasse des geschichteten Urgebirges von unergründeter Mächtigkeit, und da er vom Granit durchbrochen wird, so ist er selbst älter als viele Granite. Im Allgemeinen möchte er aber, schon wegen seines mehr unkrystallinischen Wesens, jünger sein.

Es ist nicht uninteressant, die Entstehung des Gneises aus dem Granite zu verfolgen. Anfangs werden die Glimmerblättchen groß, und lagern sich krummflächig zwischen Feldspath und Quarz, sind jedoch noch isolirt. Die Blätter ziehen sich in die Länge, reichen sich nach dieser Längsdimension einander die Hand, und umhüllen schönblättrige elliptische Feldspathklumpen (Flasiger Gneis). In den Alpen ist es oft gar nicht möglich, solche flasrigen Gneise vom Granite veiné zu trennen. Endlich wird der Feldspath so feinkörnig, und die Glimmermasse nimmt so zu, daß im Querbruch sehr regelmäßige Streifen entstehen. Dieß ist der normale Gneis, der über die weitesten Strecken herrscht. Er hat an der Zusammensetzung der Erde den wesentlichsten Antheil, und ist von Erzen vielfach angereichert. In den Alpen wird der Glimmer häufig Chlorit und Talk, und dann entstehen eine Reihe von Gesteinen, über deren Namen man in Verlegenheit kommt. Der Feldspath wird endlich immer kleinkörniger, verliert an seinen markirten Kennzeichen, und so gelangen wir zu Gesteinen, welche dem Glimmerschiefer zum Verwechseln ähnlich werden.

b) Glimmer herrscht vor.

3. Glimmerschiefer.

Folgt seinem Lager nach gewöhnlich über dem Gneise, und ist daher jünger.

Nach Werner's Definition soll ihm der Feldspath fehlen und zwischen der herrschenden Glimmermasse nur Quarz sich lagern, der zuweilen sehr sichtbar körnig eingesprengt oder in großen Ellipsoiden hervortritt. Gewöhnlich hat jedoch der Glimmer seine Form eingebüßt, er ist noch mehr als bei den Zwischenlagern des Gneises zu dünnen continuirlichen Blättern gepreßt, und da diesen alle Glimmerblättchen ihren Blätterbruch parallel legen, so ist ein Gestein entstanden, dessen regelmäßige Schichtung zu den ausgezeichnetsten gehört, welche wir überhaupt kennen. Bei den ächten Glimmerschiefern glänzt der Blätterbruch noch so stark, daß über das krystallinische Gefüge kein Zweifel walten kann. Trotzdem scheint die ganze Masse wie der feinste Schlamm nachgiebig, sie biegt sich nicht blos krummflächig, sondern zeigt auch die zarteste Fältelung: die kleinen Falten gehen gewöhnlich einander parallel.

In den niedern deutschen Urgebirgen findet man ächte Glimmerschiefer nicht häufig, ob sie gleich nicht fehlen (Böhmen, Fichtelgebirge). Desto

größere Rollen spielen sie in den Alpen, doch machen sie hier die buntesten Gemische und Uebergänge in

Chloritschiefer pag. 201 mit dunkelgrüner und Talkschiefer pag. 202 mit lichtgrüner bis weißer Farbe. Das fettige Anfühlen läßt die letztern oft sicher erkennen. Am allerschwierigsten ist jedoch die Gränze zum Thonschiefer hin (Urthonschiefer, über dem Glimmerschiefer Platz greifend) festzustellen, doch hat letzterer ein mehr erdiges als krystallinisches Gefüge. Auch hat der Thonschiefer, mit Ausnahme des Chiastolith's pag. 240, keine krystallinischen Silicate zu Einschlüssen, oder wo diese vorkommen, rechnet man die Gesteine besser zu der Glimmerschiefergruppe, die in dieser Beziehung am reichsten ist: Granat, Staurolith, Cyanit, Turmalin, Smaragd, Rutil, Magneteisen, Stahlstein und viele andere Minerale werden darin gefunden.

c) Quarz herrscht vor.

Da der Quarz nach pag. 166 sich auch auf nassem Wege krystallinisch bilden kann, so führt er uns theilweis aus dem Urgebirge in das Flözgebirge hinaus. Indessen genügt bei diesen sogenannten „einfachen Gebirgsarten" die Citirung des mineralogischen Namens. Auch ist es geradezu falsch, wenn man Feuerstein pag. 175, Opal pag. 178 ꝛc. bei den Gebirgsarten aufführt, da diese nie Gebirge bilden, selbst Kieselschiefer pag. 178, Hornstein pag. 177 sind ein für allemal bei den Mineralien abgemacht, und wenn der reine Quarz, der in Gängen und Lagern das Ur- und Uebergangsgebirge, insonders der Alpen, so häufig durchschwärmt, und gern das Muttergestein des Goldes bildet, einmal als „Gebirgsquarz" vorkommt, so hat man ihm den passenden Namen Quarzfels (Quarzit ist schlechter) gegeben. Solche Quarzfelsen von mannigfachstem Wechsel in der Masse trifft man besonders schön im Granit des Bayer'schen- und Böhmer-Waldes, wo er ein vortreffliches Material zur Glasbereitung bietet. Der sogenannte Pfahl (Vallum) setzt 28 Stunden weit als „zackiger oft abentheuerlich geformter Felsenkamm" fort. Von Thierlstein südwestlich Cham bis Bruck südöstlich Zwisel beträgt der Weg im porphyrischen Granit 18 Stunden *). Der Ganggranit der Umgegend von Zwisel verwandelt sich ganz in krystallinischen Quarz, worunter der schöne Rosenquarz pag. 170 besonders vom Hünerkobel bei Zwisel. Beryll, Turmalin, Triphylin, Columbit kommen in den Quarzfels eingesprengt vor, Wineberger Versuch geogn. Besch. Bayerischen Waldgebirges pag. 50. Bei Böhmisch Neustadt und am Jeschkengebirge im Bunzlauer Kreise nimmt er Blättchen von verhärtetem Talk auf, und zeigt große Neigung zum Schieferigen. Im

Greisen der Zinnsteingänge von Altenberg und Zinnwald in Sachsen, Schlackenwalde in Böhmen und in Cornwallis herrscht körniger hellgrauer Quarz, dem Blättchen von talkigem Glimmer beigemischt sind. Der Feldspath tritt zurück, doch läßt die Art des Auftretens noch erkennen, daß das Gestein vom Granite herkommt. Wenn sich dazu Turmalin gesellt, so hat man das Gestein Schörlfels, und wenn es sich schichtet, Schörl-

*) Einen ähnlichen Zug hat Dr. Hochstetter im Böhmer Walde nachgewiesen, der fast in die nördliche Fortsetzung des Bayerischen fällt.

schiefer genannt. Topasfels pag. 260 nannte Werner die zerstörte Gneisnadel am Schneckenstein bei Gottesberg auf dem sächsischen Voigtlande. Quarz herrscht darin, Turmalin und Topas ist eingesprengt. Der Feldspath verräth sich durch Steinmark. Das Gestein sieht sehr zertrümmert aus. Wichtiger als verbreitete Gebirgsart, wenn auch nicht in Deutschland, ist Eschwege's

Itacolumit in Brasilien, der seinen Namen vom Berge Itacolumi bei Villa ricca bekommen hat. Es ist ein feinkörniger weißer Quarz, zwischen welchem äußerst sparsam dünne Chloritblättchen liegen. Man würde ihn geradezu für einen Sandstein halten können, wenn nicht die Körner eine eigenthümliche Rauhigkeit und Eckigkeit zeigten, wodurch sie sich wie die Krystalle des Statuenmarmors in einander fügen. Nach Eschwege (Gilbert's Ann. 1820. Band 65. 411) geht er einerseits in Chloritschiefer über, ist aber in Thonschiefer eingelagert. 1780 kam er zuerst nach Portugal, und später in 4'''—6''' dicke Tafeln geschnitten, die aus dem Innern heraus wie Statuenmarmor pag. 334 schimmern, und eine auffallende Biegsamkeit haben, in den Handel. Diese Biegsamkeit machte ihn sehr berühmt, man nannte ihn „Gelenkquarz", weil Klaproth (Beiträge II. 115) unter dem Mikroskop die Körner gelenkartig ausgeschweift gefunden hatte. Die Biegsamkeit ist wirklich so bedeutend, daß man sie selbst an kleinen Stücken beim Druck zwischen den Händen noch wahrnimmt, große Platten schwanken bei aufrechter Stellung mit Geräusch wie dickes Sohlleder hin und her. Uebrigens ist diese Biegsamkeit gerade nicht staunenerregend, man findet sie bei Platten von unsern glimmerigen Sandsteinen, bei Statuenmarmor ɩc. auch, wenn gleich nicht in so bedeutendem Grade. Als Muttergestein der Diamanten pag. 244 hat es in neuern Zeiten die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. In Brasilien herrscht das Gestein über große Strecken, mit blättrigem Eisenglanz pag. 521 gemischt hat man es Eisenglimmerschiefer genannt. Auch in Nordamerika, am Ural, und sogar im Rheinischen Schiefergebirge wird neuerlich Itacolumit erwähnt. Man muß übrigens in Uebertragung solcher Namen sehr vorsichtig sein.

d) Hornblende stellt sich ein und herrscht zuletzt.

Sobald die Hornblende in den körnigen Feldspathgesteinen nur einigermaßen sichtbar wird, so hat man den Sachen besondere Namen gegeben. Auffallender Weise tritt Hornblendereichthum mehr in den Umgebungen des Uebergangsthonschiefer auf, so daß Hornblendegesteine eine Stufe jünger, als der ächte hornblendefreie Granit zu sein scheinen. Die Farbe dieser Hornblende ist fast immer rabenschwarz, Gemeine Hornblende pag. 209.

4. Syenit.

Werner begriff ihn anfangs mit unter Grünstein, dann nannte er ihn in seinen Vorlesungen nach der Gränzstadt Syene in Oberägypten, wo schon die alten Aegyptier ihre Obelisken und andere riesigen Monolithe herholten, worunter freilich auch hornblendefreie Granite vorkommen,

die Plinius 36. 13 ohne Zweifel unter seinem Syenites mitinbegriffen hat. Da nun der Aegyptische mit rothem Feldspath und schwarzem Glimmer nur sehr wenig Hornblende hat, so daß ihn G. Rose (Zeitschrift deutsch. Geol. Ges. I. 368) wieder zum Granitit stellt, so ist der Name allerdings nicht gut gewählt. Rozière wollte ihn daher in Sinait verändern, weil der Berg Sinai aus ausgezeichneteren bestehe, doch ist die Sache mit Recht nicht angenommen.

Der Syenit gleicht einem Granit vollkommen, denn er enthält Feldspath (nebst Oligoklas), Quarz und gewöhnlich schwarzen Magnesiaglimmer. Dazwischen liegt aber immer etwas rabenschwarze Hornblende, die sich an ihrer fasrigen Säule leicht unterscheiden läßt. Da das Gestein vollkommen körnig ist, und sich die Hornblende nicht fein vertheilt, so bemerkt man von dem Grün letzterer wenig, allein man darf sie nur zwischen Papier zu Pulver zerklopfen, um das auffallende Berggrün sogleich zu gewahren. Die Gesteine gehören mit zu den schönsten, bei Todtmoos im südlichen Schwarzwalde, zu St. Maurice an den Quellen der Mosel in den Vogesen sind sie porphyrisch. Am letztern Orte unterscheiden sich die großen rothen Feldspathe auffallend von dem grünlich weißen gestreiften Oligoklas. Besonders reich ist der Odenwald nördlich Weinheim: das Felsenmeer bei Auerbach an der Bergstraße besteht aus Syenitblöcken, und die vielbesuchte Riesensäule und der Riesenaltar sind zugerichtete Steine, welche noch aus der Römerzeit herstammen sollen. Der Syenit wird zu solchen Arbeiten vorgezogen, weil er etwas zäher und unzerklüfteter zu sein pflegt, als der eigentliche Granit. Das prachtvollste Gestein bildet der Zirkonsyenit von Laurvig und Friedrichswärn mit seinem Labradorisirenden Feldspathe pag. 187, worin Ch. Gmelin (Pogg. Ann. 81. 314) neben 7 p. C. Kali noch 7 Natron nachwies. Dafür enthalten sie auch weder Oligoklas noch Quarz. Quarzfrei oder wenigstens sehr Quarzarm sind auch die meisten übrigen. G. Rose's

Miascit (Pogg. Ann. 47. 376) aus dem Ilmengebirge bei dem Hüttenwerke Miask mit weißem Feldspath, dünnen Blättchen von lauchgrünem einaxigem Glimmer und Eläolith ist ein quarzfreies ganz ähnliches Gestein, dem wie dem eläolithhaltigen Syenit von Laurvig auch die Hornblende nicht ganz fehlt. Fußgroße Glimmersäulen in den Drusenräumen, Zirkon in großen gelben durchscheinenden Krystallen, Titaneisen (Ilmenit) von $3\frac{1}{2}$ Zoll Breite, Apatit, Flußspath, Sodalith, Cancrinit sind in den Eläolithhaltigen eingesprengt; in den Eläolithfreien braune Zirkone, Pyrochlor, Aeschynit, Monazit, Titanit, Hornblende, Epidot, Graphit.

Kleine Titanitkrystalle pag. 303 bezeichnen den Syenit ganz besonders.

5. Diorit.

Die Hornblende wird hier herrschender, und gibt dem Gesteine einen entschiedenen Stich in's Grün. Der Kalifeldspath fehlt, statt dessen findet sich Albit (Oligoklas?). Freier Quarz ist jedenfalls unwesentlich. G. Rose (Pogg. Ann. 34. 1) hat über die Grünsteine eine besondere Abhandlung geschrieben. Grünstein von Werner, nach dem seit alter Zeit in Schweden gebräuchlichen Namen Grönsteen (Cronstedt, Mineral. §. 88 und §. 267) genannt, und in der That konnte auch keine bessere Bezeich-

nung gefunden werden. Werner schied dann den Syenit davon, und Hauy den **Diorit**, von διορίζειν unterscheiden, weil man darin noch Feldspath und Hornblende krystallinisch unterscheiden könne, obgleich die Theile sich oft schon sehr verwirren. Etwas Schwefelkies ist außerdem sehr bezeichnend. Derselbe geht dann in den **Aphanit**, ἀφανίζειν verschwinden, worin man die Theile nicht mehr unterscheiden könne, wie in den grünen Porphyren, Mandelsteinen 2c. Es ist nicht möglich, die Gränzen nach allen Seiten hin auch nur einigermaßen sicher zu ziehen. Man muß sich mit idealen Bildern begnügen. Die südlichen Vogesen bei Giromagny sind besonders reich an hierher gehörigen Gesteinen, die Granitränder des Harzes, die Hodritsch bei Schemnitz und vor allem der Ural. Berühmt ist der **Kugeldiorit** von Corsica, Hornblende und grünlich weißer Feldspath treten fast in's Gleichgewicht, ein wahres Muster für Diorit. Doch enthält der Feldspath nach Delesse nur 48,6 Kieselerde und 12 Kalkerde, scheint also Anorthit zu sein. An einzelnen Stellen scheiden sich darin kugelförmige Absonderungen aus, die außen eine sehr regelmäßige Hülle von concentrisch gelagerten Schichten von Hornblende und Feldspath haben.

6. Hornblendeschiefer.

Manche derselben bestehen blos aus rabenschwarzer Hornblende, die man immer an ihrer Feinstrahligkeit erkennt, auch wenn sie noch so compact beim ersten Anblick erscheint: solche Gesteine sind jedoch nur sehr untergeordnet. Dagegen kommen in den Alpen, und folglich auch unter den Oberschwäbischen Geschieben, sehr häufig Gesteine vor, die sich zum Diorit und Syenit gerade so verhalten, wie der Gneis zum Granit. Hier bedingt nicht der Glimmer, sondern die rabenschwarze Hornblende die Schichtung. Der Feldspath dazwischen sieht weiß aus, und scheint meist Natronfeldspath. Das Gewicht ruht bei den Hornblende-Gesteinen überhaupt nicht mehr auf den Feldspäthen, denn wenn sie Orthoklas, Albit, Oligoklas und Anorthit sein können, ja wenn in ein und demselben Stein verschiedene vorkommen, dann dürfte man bald einsehen lernen, daß mit solchen minutiösen chemischen Differenzen die Sache nicht getroffen ist. Schon Werner unterschied bei Gersdorf ohnweit Freiberg einen **Syenitschiefer**. Auch die **Strahlsteinschiefer** der Alpen kann man hier vergleichen, die jedoch meist nur als Beimengungen der Glimmer- und Talkschiefer erscheinen. Eines der schönsten aber sehr untergeordneten Gesteine bildet Hauy's

Eklogit, ἐκλογή Auswahl, rother Granat und smaragdgrüne Hornblende, die sich mit Augit (Omphacit pag. 217) mischen. Cyanit, Glimmer, Quarz und andere Minerale fehlen nicht. So könnte man jedoch in den Alpen noch eine Menge Gesteine unterscheiden.

e) Blättriger Augit stellt sich ein.

Es ist eine sehr auffallende Erscheinung, daß der ächte Augit pag. 213 bei Gesteinen, die nur einigermaßen eine Rolle spielen, sich **nie** mit **frischem Feldspath** zusammen findet, sondern stets nur mit glasigem. Auch die Diopside in den Alpen sind wie der Strahlstein untergeordnet

an Talk, Dolomit &c. gebunden. Dagegen bilden die blättrigen Augite (Diallag pag. 215) mit frischem Kalkfeldspath die vortrefflichsten körnigen Gesteine. G. Rose (Pogg. Ann. 34. 1) suchte zu beweisen, daß der Augit nur mit kieselerdearmem Feldspath (Labrador) vorkomme, die Hornblende dagegen nur mit kieselerdereichem (Orthoklas und Albit). Später hat sich dann gezeigt, daß beide Hornblende und Augit auch mit Oligoklas auftreten, und daß der vermeintliche Albit und Labrador gar nicht selten Oligoklas sei. So ist auch diese längere Zeit für so trefflich gehaltene Regel wieder gefallen.

7. Gabbro.

Leopold v. Buch hat im Magazin der Gesellschaft der naturforschenden Freunde zu Berlin 1810. IV. 128 und VII. 234 darüber zwei Abhandlungen geschrieben, und ihren nahen Anschluß an das Serpentingebirge bewiesen. Es ist ein körniges Gemenge von Labrador und Diallag, der Diallag ist häufig prachtvoll grün, darnach nannte Hauy das Gestein Euphotid (ἐν und φῶς Licht). Der Feldspath ist dagegen grau, nicht selten von zähem splittrigem Bruch (Saussurit). Seit lange berühmt ist die Verde di Corsica, welche schon 1604 in Florenz zu prachtvollen Tischplatten verschliffen wurde: die breiten smaragdgrünen Blätter des Diallag stechen gegen das schäckige Grau des Saussurit vortheilhaft ab. Bei La Prese im Veltlin ist der Diallag tombakbraun mit metallischem Schimmer, ebenso bei Volpersdorf in Schlesien, an der Baste am Harz. Eine Unterabtheilung bietet der Hypersthenfels, worin statt Diallag Hypersthen liegt. Das grobkörnige Gestein von der Pauls-Insel bei Labrador, das feinkörnigere von Penig in Sachsen, vom Monzoniberge in Tyrol bilden Muster. In Beziehung auf Lagerung schließt sich Gabbro eng an Serpentin, und dieser wieder an Hornblendegesteine.

B. Porphyre.

Plinius hist. nat. 36. 11 sagt: rubet porphyrites in Aegypto: ex eo candidis intervenientibus punctis Leptosephos vocatur, und Agricola (natura fossil. 631) weiß schon, daß in der berühmten Sophienkirche zu Constantinopel nicht wenige Säulen aus Porphyr bestehen. Man verstand darunter nur den rothen Porphyr, während man die grünen und schwarzen Marmor nannte. Das Wesen eines ächten Porphyr macht die Grundmasse aus, welche durchaus homogen und unkrystallinisch sein muß. Sie kann glasig oder steinig sein, doch stellt man die glasigen besser zu den Gläsern. In der Grundmasse liegen alsdann Krystalle zerstreut, welche das Ganze buntmachen, worauf der Name deutet. Die Porphyre als halbkrystallinische Gesteine scheinen entschieden jünger zu sein, als die krystallinisch körnigen Granite und Syenite, welche sie in kegelförmigen Bergen durchbrechen. Werner unterschied die Namen nach der Grundmasse: Hornsteinporphyr, Thonporphyr, Obsidianporphyr und Pechsteinporphyr.

8. Rother Porphyr.

Hat meist eine durch Eisenoxyd röthliche Grundmasse, die den splittrigen Bruch rauher Hornsteine zeigt. Da diese Masse feldspathartig ist, so schmilzt sie vor dem Löthrohr und entfärbt sich, daher auch Eurit-Porphyr genannt. Mehr oder weniger Feldspath scheidet sich in allen krystallinisch aus, allein in Beziehung auf Kieselerde gibt es einen Quarzhaltigen und Quarzfreien.

Der Quarzhaltige Porphyr, so schön im Thüringer Wald die höchsten Kuppen den Schneekopf und Inselsberg bildend, der Auersberg auf dem Unterharze, der Petersberg bei Halle, viele Kuppen im Schwarzwalde namentlich bei Baden-Baden bilden Muster. Der Quarz tritt außerordentlich hervor, ist sogar um und um krystallisirt, so daß man Diheraeder aus der Grundmasse herausschlagen kann. Nach G. Rose kommt neben dem Kalifeldspath auch Oligoklas vor, und wenn Glimmer, so Magnesiaglimmer. So daß es also nichts weiter als ein unvollkommen krystallisirter Granit sein würde. Werner unterschied noch einen Feldspathporphyr (Emmerling Mineral. III. 68), der eine kleine und feinkörnige (theilweis schon dichte) Grundmasse von gemeinem Feldspath hat, worin sich dann größere gelblichweiße bis fleischrothe Feldspathkrystalle ausgeschieden haben. Sie sind ganz anders beschaffen als der Porphyrische Granit, und bilden in der That den vollkommensten Uebergang zum ächt körnigen Gestein. Sie treten daher z. B. im Schwarzwalde auf das Engste mit Gneis und Granit in Beziehung, und gar oft kommt man in Verlegenheit, ob man die Gesteine Granit oder Porphyr nennen soll. Und sobald in einem Granit auch nur Spuren dichter Grundmasse vorkommen, so zeigt der Quarz gleich Diheraederflächen, was bei ächtem Granite nie der Fall ist.

Der Quarzfreie Porphyr scheint häufig jünger zu sein, als der Quarzführende. Seine Grundmasse ist zuweilen viel rother, als bei vorigem, selbst mit einem Stich ins Schwarz, wie die geschliffenen Stücke von Elfdalen und der Porfido rosso antico zeigen. G. Rose nennt ihn neuerlich Syenitporphyr. Cotta's Glimmerporphyr, Buch's Rhombenporphyr und viele anders benannten gehören in seine Nähe.

Wenn man nun aber auch alles dieses glücklich bestimmen könnte, so kommt dann die Verwitterung dazu, zu welcher der Porphyr ganz besondere Neigung hat. Es bildet sich dann ein grauer, rauher, unansehnlicher Thonstein aus der Grundmasse, und die Krystalle darin zerfallen zu mehlartiger Porzellanerde: das ist Werner's Thonporphyr, welchen andere Mineralogen vielleicht noch bezeichnender Porphyrartiges Gestein genannt haben. Denn in der That weiß man häufig nicht, ob man es für einen Porphyr halten solle, der von seiner Ursprünglichkeit an Ort und Stelle nur durch Verwitterung gelitten habe: oder ob es schon ein regenerirtes Gebilde sei.

9. Grüner Porphyr.

Der grüne Porphyr schließt sich zunächst eng an den Diorit an (Dioritporphyr G. Rose). Die Grundmasse ist meist schwärzlichgrün, und

darin scheiden sich dann die grünlichweißen Oligoklaskrystalle aus. Die Menge der Hornblende ist sehr verschieden, Quarz, Glimmer, Schwefelkies und Magneteisen gehören zu den mehr zufälligen Bestandtheilen. Wo Syenite und Diorite sich einstellen, da pflegen auch diese schönen Porphyre nicht zu fehlen. Besonders reich ist die Gegend der südlichen Vogesen (Giromagny). Im Ural bildet der Dioritporphyr im Verein mit Diorit das hauptsächlichste Plutonische Gestein. Der Diorit ist weniger im Süden entwickelt, nimmt aber im mittleren Ural an Menge zu, und bildet im Norden die höchsten Erhebungen. Der Dioritporphyr kommt meist in seiner Nähe vor, „scheint aber noch verbreiteter am südlichen als am nördlichen Ural zu sein, wo er sich auch nicht zu so großen Höhen als der Diorit erhebt." Auch die Amerikanischen Gebirge liefern die vortrefflichsten Abänderungen. Im Alterthum war besonders der Lacedämonische berühmt, Plinius hist. nat. 36. 11: pretiosissimi quaedam generis, sicuti Lacedaemonium viride, cunctisque hilarius. Das heitere Grün tritt besonders lebhaft bei Benetzung hervor, daher fand er auch bei Brunnen- und Wasserbecken vorzugsweise Anwendung.

Diabas nannte Brongniart eine andere Gruppe grüner Porphyre, worin die grüne Farbe von Chlorit herkommen soll, und außerdem finden sich Augitkrystalle eingesprengt, die zu den merkwürdigen Uralitkrystallen pag. 209 gehören. G. Rose nennt sie Augitporphyr (Uralitporphyr), sie sollen unter allen sogenannten Grünsteinen die häufigsten sein. Besonders häufig am Ural in Begleitung der dortigen Magneteisensteine. Die Uralitporphyre charakterisiren den Ural ganz besonders, doch kommen sie auch zu Travignolo bei Predazzo in Südtyrol, zu Mysore in Ostindien rc. vor. Am Harze findet sich der Diabas vorzüglich an der Gränze, wo die Granite vom Thonschiefer absetzen, an der Roßtrappe, im Mühlthal bei Elbingerode rc. Ueberhaupt bildet der Thonschiefer des Uebergangsgebirges die Mutter dieser merkwürdigen Grünsteine, so namentlich auch im Dillenburgischen. Einerseits gehen diese Gesteine zu den schwarzen Porphyren und wahren Mandelsteinen, was namentlich auch das hohe Gewicht beweist, was bei dem Uralitporphyr von Miask 3,1 Gew. erreicht; andererseits schiefern sie sich, und lagern sich zwischen den Thonschiefern ein, so daß man nicht weiß, ob man sie für Wasser- oder Feuerproduct halten soll.

10. Gabbroporphyr.

Schließt sich eng an die Gabbro an, denn wo diese ausgezeichnet vorkommt, wie z. B. an der Baste im Harzburger Forst am nordwestlichen Fuße des Brockengebirgs oder zu Todtmoos südlich vom Feldberge im Schwarzwalde, da fehlen auch diese schönen Porphyre nicht. Die Grundmasse ist außerordentlich homogen, hat einen feinsplittrigen Bruch wie Serpentin, ist aber härter, bei dunkelfarbigem wird man auch wohl an Basalt erinnert. Darin scheiden sich dann die halbmetallisch schillernden Flächen des Diallag aus, deren Blättrigkeit an Glimmer erinnert. Viele Serpentine sind durch Verwitterung seiner Grundmasse entstanden.

C. Dichte Masse.

Dichte unkrystallinische Gebirge, die nicht das deutliche Gepräge eines Wasser- oder Trümmergebirges an sich tragen, kommen gerade nicht viel vor. Oder wenn sie auch vorkämen, so steht bei dem Mangel an krystallinischer Bildung immer für Zweifel ein großer Raum offen. Auch pflegt man die Sachen, wo es nur irgend angeht, immer zu den Porphyren mit überwiegender Grundmasse zu stellen. So hat z. B. Werner's

Thonporphyr häufig das Ansehen eines Porphyrtuffes, der auf secundärem Wege sich gebildet hat. Während andere wie der Hälleflinta pag. 189 von Dannemora so frisch aussehen, daß sie mit den frischesten krystallinischen Graniten wetteifern.

Der dichte Grünstein, die Grundmasse von den grünen Porphyren bildend, nähert sich in allen möglichen Uebergängen den ächten Porphyren, entfernt sich dann aber durch Schichtung, Aufnahme von Kalkspath (Schaalstein) und kugelförmige bis erdige Absonderung so weit von aller ächten chemischen Bildung, daß wir es hier offenbar oft mit Trümmergesteinen zu thun haben. Nur der

Serpentin pag. 203 hat eine Gleichartigkeit des Bruchs und eine Frische des Aussehens, daß es freilich befremdet, wenn man ihn nicht zu den unmittelbaren chemischen Niederschlägen zählen soll. Durch die Ausdehnung und Verbreitung seiner Bergkuppen, die übrigens zu den unfruchtbarsten gehören, welche wir kennen, spielt er eine nicht unwichtige Rolle auf der Erdoberfläche. Schließt in Schlesien und Böhmen Opale und Kieselmassen verschiedener Art ein.

D. Melaphyre und Mandelsteine.

Sie treten hauptsächlich in der Steinkohlenformation auf. Durch ihre schwarze Farbe erinnern sie an den Basalt, allein der Olivin ist ihnen noch nicht wesentlich. Wenn Augit sich ausscheidet, so ist es gemeiniglich der schwarze basaltische Augit pag. 213. Daher schielen die Gesteine stets zu den Basalten hinüber, und man hat seine Noth, sie davon gehörig zu trennen. Die Schweden nennen sie auch Trapp. Trappa heißt nämlich Treppe, der Name soll auf die kuppenförmigen Gebirge anspielen, welche von den Schichten des Uebergangsgebirges treppenartig umgeben sind, wie z. B. die Kinnekulle am Wenernsee. Werner machte eine besondere Trappformation, die er passend dem Steinkohlengebirge unterordnete, und rechnete dahin den Grünstein, Mandelstein, Klingstein und Basalt. Der Name Melaphyr stammt von Alexander Brongniart (*μέλας* schwarz, und phyr die 2te Sylbe von Porphyr), daher übersetzte ihn L. v. Buch in schwarzen Porphyr, welcher nach seinen theoretischen Ansichten den Jura gehoben haben sollte. Nicht selten bilden sich in den Melaphyren runde Blasenräume aus (sogenannte Mandeln), die mit Chalcedon und Amethyst austapezirt zu sein pflegen, worin sich dann Kalkspath und Zeolithe verschiedener Art angehäuft haben. Verwittert das Gestein, wozu es große Neigung zeigt, so fallen die kieseligen Mandeln heraus. Diese sind vortrefflich gerundet, höchstens an einer Kante schneidig,

und scheinen Gasentwickelungen ihren Ursprung zu danken. Das Kohlengebirge von Oberstein ist besonders reich. Mandeln können zwar auch in andern dichten und glasigen Gesteinen sich zeigen, besonders zahlreich treten sie jedoch nur in diesen Augitischen Bildungen auf. Eine grüne Farbe der Grundmasse ist nicht selten, sie rührt aber von beigemengtem Chlorit, und weniger von Hornblende her. Ja kleinere Mandeln sind zuweilen ganz mit Chlorit erfüllt, so stammt z. B. die Veronesische Erde aus den Mandelsteinen bei Verona. Auch bestehen nicht selten Afterkrystalle von Augit aus solcher Grünerde. Alles das erschwert die scharfe Bestimmung außerordentlich. Auch hat es dann gar oft den Anschein, als wenn die Natur sich nicht so fest an Regeln gebunden hätte, wie wir sie gern in unserem Kopfe wünschten. Der Geognost darf hier nur wie Werner im Großen sondern, und muß das Einzelne der Mineralogischen Analyse überlassen, die dann aber nicht aus jeder Kleinigkeit besondere Felsnamen schaffen darf. Der Anschluß an den quarzfreien Porphyr pag. 674 oft sehr innig.

E. Basaltische Gruppe.

Die Basaltische Gruppe gehört vorzüglich dem Gebirge nach der Steinkohlenzeit an. Wie bei den heutigen Vulkanischen Gesteinen Trachyt- und Basaltlaven, so gehen hier immer Basalt und Klingstein parallel. Der Feldspath ist schon glasig, wo er vorkommt. Die chemische Analyse unterscheidet immer zwischen einem in Säure löslichen und einem in Säure unlöslichen Antheil. Letzterer ist der Kieselerdereichere.

Klingstein,

Phonolith, bildet ein ausgezeichnet porphyrisches Gestein mit einer hellfarbigen Grundmasse, worin sich weiße glasige Feldspathkrystalle ausgeschieden haben. Und da er nicht selten eine Neigung zum Plattigen zeigt, so nannte ihn Werner Porphyrschiefer. Die große Homogenität dieser Platten beweist ihr Klang, worauf der Name des gemeinen Mannes hindeutet. Quarz findet sich nicht mehr frei darin, auch soll er niemals Augit, wohl aber Hornblende beigemischt enthalten. Neuerlich hat sich auch kleiner gelber Titanit darin gefunden. Gew. 2,57. Schon Klaproth (Beiträge III. 229) lieferte im Anfang dieses Jahrhunderts eine Analyse des Klingstein's vom Donnersberge bei Milleschau, dem höchsten Berge im Böhmischen Mittelgebirge. Er wies 8,1 p. C. Natron darin nach, was Aufsehen erregte, da man bis dahin dieses Alkali nur im Steinsalz gekannt hatte. Aber erst Ch. Gmelin (Pogg. Ann. 14. 357) zeigte, daß die Grundmasse einen mit Säure gelatinirenden Bestandtheil enthalte, denn das Pulver 24 Stunden mit Salzsäure übergossen, erzeugt bei manchen eine steife Gallerte, wie der Faserzeolith pag. 275. Daraus läßt sich nun leicht die große Menge von Natrolith erklären, wie er z. B. in den Felsen von Hohentwil vorkommt. Der unlösliche Rückstand ist Kalifeldspath. Durch Verwitterung soll vorzugsweise die Zeolithmasse ausgelaugt werden. Das quantitative Verhältniß zwischen Zeolith- und Feldspathsubstanz wechselt aber außerordentlich. Der Klingstein vom Hohen-

Krähen am Bodensee hatte 55 lösliche und 45 p. C. unlösliche Substanz; der von der Pferdekuppe in der Rhön dagegen nur 16 lösliche und 84 unlösliche Theile. Klingstein bildet häufig auffallend kühne Felsen, so im Höhgau der Hohentwil und Hohen-Krähen, welche neben dem Basaltischen Hohen-Höwen und Hohenstoffeln jäh aufsteigen. Der Biliner Stein in Böhmen, die Klingsteine im Velay sind ausgezeichnet.

Das Nephelingestein pag. 296 wurde zuerst von Leonhard auf dem Katzenbuckel, dem höchsten Gipfel des Odenwaldes, erkannt. Seiner Farbe nach steht die Grundmasse zwischen Basalt und Klingstein, es scheiden sich darin aber viele Nephelinkrystalle neben etwas Magneteisen und Augit aus.

Basalt.

Dieses berühmte Gestein war schon dem Agricola de natura fossilium 631 vortrefflich bekannt: quoddam marmor est ferrei coloris, qualis est basaltes ab Aegyptiis in Aethiopia repertus, cui non cedit Misenus, neque colore, quem eximie ferreum habet: neque duricia, quae tanta est, ut eo fabri ferrarii pro incude utantur .... super hunc basalten Stolpa arx episcopi Miseni est extructa. Plinius hist. nat. 36. 11 erwähnt den Namen nur einmal, sonst heißt er Basanites Plinius 36. 38 (König Og von Basan, Josua 12, 4). Zu Werner's Zeit war es der wichtigste Streitpunkt, ob Basalt auf heißem oder nassem Wege entstanden sei. Seine außerordentliche Häufigkeit, wenn auch nur in isolirten Bergkegeln, macht ihn zumal bei seiner Lavenähnlichkeit zu einem der wichtigsten Gesteine.

Er bildet eine schwarze harte schwere Grundmasse, in welcher sich klarer gelber Olivin pag. 218 krystallinisch ausgeschieden hat. Das Gewicht erreicht 3,1. Wenn Feldspath vorkommt, so ist es glasiger Kalkfeldspath. Gar häufig findet man auch Körner von schlackigem Magneteisen darin, dem er theilweis auch seine Farbe dankt. Basaltischer Augit ist viel häufiger als Basaltische Hornblende. Die Analyse unterscheidet ebenfalls einen in Säure löslichen und einen unlöslichen Theil, jener ist zeolitisch, dieser augitisch, so daß man wohl Augit, Faserzeolith mit Magneteisen als die wesentlichen Bestandtheile der Grundmasse ansehen darf. Zum Verglasen zeigt er keine sonderliche Neigung, wohl aber zum Verschlacken: d. h. es erzeugen sich auf der Oberfläche allerlei gedrängte eckige Poren in ihm. Schneeweißer Faserzeolith, krystallisirt bis dicht, bricht öfter auf schmalen Gängen und Drusenräumen. Das merkwürdigste Phänomen ist jedoch die regelmäßige Zerklüftung zu Säulen, die alle parallel neben einander liegen, und die in früherer Zeit wegen ihrer vortrefflichen Ausbildung allgemein für Krystalle gehalten wurden. Die Säulen selbst steigen aus der Tiefe unter den verschiedensten Richtungen heraus, doch behalten sie auf kleine Entfernung und bei kleinen Bergen gern die gleiche Lage bei. Bei diesem Berge nur wenige Zoll dick, bei jenem mehrere Fuß, 1′—2′ ist mittlere Dicke. Durch Quersprünge sind sie gegliedert, so daß man leicht Stücke abheben kann. Schreitet die Verwitterung weiter vor, so runden sich die Kluftflächen, und wir bekommen dann Kugelformen. Mancher plattet sich auch, wie der im Reiche des

Königs Og. Werner unterschied daher einen Säulen-, Kugel- und Tafelbasalt. Bei vielen findet sich jedoch nichts von solcher Zerklüftung.

Am vorherrschendsten ist der homogene Basalt, er findet sich an zahllosen Punkten: in Deutschland sind das Böhmische Mittelgebirge, die Rhön, der Meißner, das Vogelsgebirge, der Westerwald, das Siebengebirge, die Eifel, das Höhgau bekannt. An der Schwäbischen Alp zwischen Reutlingen und Boll versteckt er sich an zahllosen Punkten unter den Basalttuffen. Die regelmäßigen Basaltsäulen der Burg bei Stolpen in Sachsen, mit 6—20 Zoll dicken und 30—40 Fuß langen Säulen, woraus man Werner'n zwischen Dresden und Kesselsdorf ein Denkmal errichtete, erwähnt schon Agricola, nicht minder ausgezeichnet finden sie sich bei Wittgendorf ohnweit Zittau, wovon Reichel (die Basalte und säulenförmigen Sandsteine der Zittauer Gegend) so schöne Abbildungen gegeben hat. Am großartigsten trifft man sie am Riesendamm (Giants Causeway) an der nördlichen Küste der Grafschaft Antrien in Irland. Die Säulen der Fingalsgrotte auf Staffa sollen mehr Grünsteinartig sein.

Wenn die Basalte an der Oberfläche verschlacken, dann kann man sie nicht von Augitischen Laven unterscheiden. Oft werden sie auch ausgezeichnet porphyrisch, indem sich die Augitkrystalle in großer Regelmäßigkeit ausscheiden, wie z. B. bei Sasbach am Kaiserstuhl im Breisgau, neben welchen krystallinisch ausgebildeter Eisenolivin pag. 219 liegt. Freilich kann man diesen auch wegen der Mandeln zu den Mandelsteinen rechnen.

D o l e r i t (δολερός trügerisch) nannte Hauy die krystallinisch körnigen Gesteine, die untergeordnet im Basalte des Meißner in Hessen einbrechen, sie bestehen aus Augit und glasigem Labrador mit schlackigem Magneteisen, und können leicht in Handstücken mit Diorit verwechselt werden, worauf der Name deuten soll. Leonhard's

A n a m e s i t (ἀνάμεσος in der Mitte) soll die feinkörnigen Abänderungen bezeichnen, die mitten zwischen dem Dolerit und dichten Basalt inne stehen: dahin gehört z. B. der durch seinen Sphärosiderit pag. 345 berühmte Basaltstrom auf der linken Seite des Mains unterhalb Hanau, das Straßenpflaster von Frankfurt und das Straßenmaterial für die ganze Umgegend liefernd. Die schwärzliche Masse, in deren Drusen der braune Sphärosiderit liegt, hat ein gleichmäßiges Korn wie Dolomit.

F. Trachyt und Lava.

Unter Lava versteht man ursprünglich Gesteine, die in glühendem Strome aus der Mündung eines Kraters hervorgeflossen sind. Da aus dem Strome Gase entweichen, so pflegt nicht blos die Oberfläche, sondern auch die Tiefe des Gesteins von unregelmäßigen Poren durchdrungen zu sein. Dasselbe ist aber nicht nothwendig. Da nun an einem Vulkanberge alles geschmolzene Feuergestein hervorgeflossen sein muß, so nennt man dann auch alles Lava. So lange die Berge brennen, liefert der Brand ein vortreffliches Bestimmungsmittel. Allein es kommen neben brennenden auch viele ausgebrannte Vulkane vor: Auvergne, Eifel, Kammerbühl bei Eger, in Italien die Rocca monfina, das Albanergebirge ꝛc. Da ist dann eine

Vermischung und Verwechselung mit der Basaltgruppe unvermeidlich. Wie umgekehrt die Basaltgruppe auch viele ausgezeichnete Ströme zeigt.

Trachyt

(*τραχύς* rauh) nannte Hauy jene lichtfarbigen mit feinporöser Grundmasse versehenen Gesteine, worin sich nicht selten glasige Feldspathkrystalle in großer Schönheit ausscheiden, neben Glimmer, Hornblende und andern Krystallen, nur Augit ist fremd. Das Gestein steht dem Klingstein in der Basaltgruppe parallel, und der Feldspath gehört nach Abich (Geol. Beobacht. über die Vulkanischen Erscheinungen und Bildungen in Unter- und Mittel-Italien) der kieselreichen Abänderung $\dot{R}\,\ddot{Si} + \dddot{R}\,\ddot{Si}^3$ an. Nach ihm kann sogar zwischen Klingstein und Trachyt keine Gränze gesteckt werden. Bimstein, Obsidian und Perlstein sind wesentliche Begleiter ächter Trachyte. Der Trachyt vom Drachenfels im Siebengebirge am rechten Rheinufer „kann in jeder Beziehung als eine wahre Normal-Felsart für den Begriff betrachtet werden.“ Es kommt darin großer Kali- und kleiner Natronfeldspath wie im porphyrischen Granit vor, dem er auch durch seine großen glasigen Feldspathzwillinge so auffallend gleicht. Freier Quarz ist nicht vorhanden. Trachyt-Porphyr hat schon Beudant Ungarische Gesteine mit freiem Quarz genannt, welche ältern Porphyren überaus gleichen, aber durch ihr Vorkommen mit Perlstein sich als vulkanisch zu erkennen geben.

Domit hat man die erdigen zerreiblichen Trachyte genannt, in welchen aber kleine glänzende Feldspathkrystalle inne liegen. Das Gestein findet sich besonders ausgezeichnet am Puy-de-Dôme. Nur untergeordnet findet sich der Trachyt granitoide, der wie der Dolerit aus lauter Krystallen besteht, hauptsächlich glasigem Feldspath und Nadeln schwarzer Hornblende: die Findlinge am Lachersee mit Nosean, oder vom Vesuv ꝛc. sind sehr bekannt.

Andesit nannte L. v. Buch (Pogg. Ann. 37. 189) die Trachytischen Gesteine, welche die gewaltigsten Vulkangipfel der Erde in der Cordilleren-kette bilden. „Es sind bald mehr bald weniger dichte, bisweilen beinahe „zerreibliche Gesteine von grobkörnigem Bruch, welche in einer krystalli-„nischen Grundmasse von dunkelgrauer Färbung eine große Menge von „kleinen, selten die Größe einer halben Linie erreichenden Krystallen, von „Albit“ enthalten, wie sie auch im Trachyt des Drachenfels vorkommen. Die Albite erkennt man an dem einspringenden Winkel auf dem Blätter-bruch P. Hin und wieder kommen zwar kleine Feldspäthe vor, aber dem Albit nur untergeordnet. Das Gestein bildet den Dom des Chimborasso, die zerrissenen Gipfel und zackigen Ränder eingestürzter so wie die Kegel-berge der noch thätigen Vulkane.

Trachy-Dolerit nennt Abich den Kranz von Felsen, der mit einer Höhe von 1000′—1800′ den Pic von Teneriffa umgibt. Es ist ein Gemisch von Trachyt- und Augitlaven.

Lava.

Darunter versteht man hauptsächlich Augitlaven, deren graulich schwarze Masse auffallend an Basalt erinnert. Eine solche ausgezeichnete

Lava bildet der Mühlstein von Niedermending bei Meyen in Rheinpreußen, durch den Hauyn pag. 298 den Mineralogen so bekannt. Schon Theophrast §. 40 nennt solche „schwarzen Bimsteine" von Sicilien lapis molaris, und Agricola 614 unterscheidet sie sehr wohl von den quarzigen Mühlsteinen. Denn Laven mit solchen eckigen Poren eignen sich besonders zu Mühlsteinen. Wenn Feldspath vorkommt, so ist es Kieselerdearmer Labrador oder Anorthit. An der Somma und im Albanergebirge spielen die Leucitlaven (Leucitophyre) eine bedeutende Rolle, sehr rauhe poröse Gesteine, in welchen die Leucitoeder ringsum gebildet in großer Menge zerstreut liegen. Unendlich groß ist die Zahl der Analysen, und mannigfach ihre Deutung, im Allgemeinen sind die Augitlaven aber Kieselerdeärmer als die Trachytlaven.

Der Gegensatz von Feldspath- und Augitgesteinen, welcher in der Basalt- und Lavengruppe so deutlich hervortritt, hat in neueren Zeiten Bunsen (Pogg. Ann. 83. 197) zu einer Hypothese verleitet, die viel Lockendes hat, so schwer auch die Durchführung des Beweises werden mag. Der geistreiche Chemiker, gestützt auf zahlreiche Analysen Isländischer Gesteine behauptet, daß es auf jener großen Vulkaninsel troz der Mannigfaltigkeit der Laven nur zwei Hauptgruppen gebe, deren extreme Glieder seien

	normal trachytisch	oder	normal pyroxenisch
Kieselerde	76,67	„	48,47
$\dot{\text{A}}$l und $\dot{\text{F}}$e	14,23	„	30,16
Kalkerde	1,44	„	11,87
Magnesia	0,28	„	6,89
Kali	3,20	„	0,65
Natron	4,18	„	1,96

Die trachytischen entsprechen fast genau einem zweifach sauren Gemenge von Thonerde- und Alkali-Silikaten, in denen Kalk, Magnesia und Eisenoxydul bis zum Verschwinden zurücktritt. Der Sauerstoff der Säure verhält sich zu dem der Basen wie 3 : 0,596, in den augitischen wie 3 : 1,998, letztere sind also entschieden basisch. Durch Vermischung dieser beiden Extreme sollen nun sämmtliche Laven Islands entstanden sein, was auf einen doppelten Heerd in der Tiefe hinweisen würde, deren Spiel seit dem Hervortauchen der Insel fortgedauert haben müßte. Ja die Gänge scheinen dieß sogar handgreiflich zu machen: so setzt in einem der südöstlichen Thaleinschnitte des Esjagebirges, Mosfell gegenüber, ein Trachytgang durch das dortige conglomeratische Augitgestein. Der Trachyt in der Mitte des Ganges gehört zum normal trachytischen Gesteine von weißer Farbe, nach der umschließenden Gebirgsart hin wird er allmählig dunkeler und eisenhaltig, und am Salbande besteht er deutlich aus einem Gemisch von trachytischer und pyroxenischer Masse, wie chemische Analyse und Augenschein bewies.

Würde diese Ansicht durchschlagen, die Bunsen noch mit mehreren Beispielen anderer Orte (Ararat) beweist, so hätte in Zukunft die Gesteinsbestimmung ganz andere Wege einzuschlagen: es käme dann nicht mehr auf diese oder jene unbedeutende Verschiedenheit in der Mengung an, die zu so vielen Namen die Veranlassung gegeben hat, sondern man

müßte nach möglichst reinen Gesteinen suchen, die durch die Art ihres Auftretens z. B. im Centrum eines großen Gebirgsstockes zugleich einige Bürgschaft gäben, daß sie den ursprünglichen Bildungen möglichst nahe kämen, und von ihnen ausgehend müßte dann die Erklärung erst die minder wichtigen Gebirgsmassen treffen. Indeß liegt hierin, wie in allen Hypothesen, die sich auf so schlüpfrigem Boden bewegen, auch wieder eine große Gefahr.

G. Gläser.

Die Gläser bilden eine amorphe spröde Masse mit vollkommen muscheligem Bruch. Besonders homogen erscheinen die künstlichen Gläser, und doch sollen sie nach Leydolt (Pogg. Ann. 86. 491) aus durchsichtigen Krystallen bestehen, die wie beim Porphyr in eine amorphe Grundmasse eingeknetet sind. Bei der Behandlung mit Flußsäure kommen die Krystalle zum Vorschein. Glas entsteht durch Schmelzen und schnelles Erkalten der verschiedensten Minerale und Gebirgsarten. Schon Klaproth (Beiträge I. 5) hat darüber umfassende Versuche angestellt. In der Natur im Großen sind ganz besonders die Trachyte und Feldspathgesteine zur Glasbildung geeignet. Das Glas hat die merkwürdige Eigenschaft, daß es, ehe es in Fluß kommt, in der Rothglühhitze sich formen, schweißen und kneten läßt wie Wachs. Das ist für die Technik von ungemeiner Wichtigkeit. Der Glasfluß löst übrigens Basen und Kieselsäure im Ueberschuß, so daß er keine bestimmte chemische Verbindung zu sein braucht.

Obsidian.

Lapis obsidianus Plinius 36. 67, quem in Aethiopia invenit Obsidius, nigerrimi coloris. August stellte 4 Elephanten von Obsidian im Tempel der Concordia auf. In Rom wurde überhaupt ein großer Luxus damit getrieben, man machte Trinkschalen daraus, die ganz die Stelle unseres Glases vertraten, Kugeln mit Wasser gefüllt gebrauchte man als Brenngläser und dergleichen mehr. Theophrast §. 25 nennt ihn *λιπαραῖος*, weil er von den Liparischen Inseln kam, und beschreibt seinen Zusammenhang mit dem Bimstein vortrefflich.

Obsidian bildet das vollkommenste unter den natürlichen Gläsern, er zeigt den vollkommensten muscheligen Bruch, und ist so spröde, daß man mit dem kleinsten Hammer die größten Blöcke zerschlagen kann. Diese auffallende Sprödigkeit rührt vom schnellen Erkalten her: die Theilchen sind gezwungen, an der Oberfläche schnell eine Lage einzunehmen, welche sie vermöge ihrer Krystallisation nicht nehmen würden, den inneren Schichten bleibt dagegen mehr Zeit zur Krystallisation. Das erzeugt eine Spannung der äußern gegen die innern Theile, die man beim künstlichen Glase durch möglichst langsame Abkühlung sorgfältig zu vermeiden sucht. Glastropfen in kalt Wasser getröpfelt (Glasthränen) bilden daher das allersprödeste Glas. Sammtschwarze Farbe herrscht vor, doch geht dieselbe in's Grüne und Farblose. Auch die Durchscheinenheit ist sehr verschieden, und hängt namentlich auch von der mehr oder weniger vollkommenen Glasbildung ab. Manche Mexicanische haben einen eigenthümlichen gelb-

lichen Schiller, der von innern Blasen herzurühren scheint. Härte 6, Gew. 2,4.

Vor dem Löthrohr entfärbt er sich und schmilzt zu einem schwammigen Glase, was bei größern Stücken an Bimsteinbildung erinnert. Da Knox (Philos. Transact. 1823 pag. 520) im Obsidian von der Insel Ascension 0,2 p. C. bituminöses Wasser und im Feuer 1,75 p. C. Verlust bekam, so hat man die schwarze Färbung und das Aufschäumen wohl davon herleiten wollen, Abich dagegen, der die vortrefflichste Arbeit darüber geliefert hat (Geol. Beob. pag. 62), leitet das Aufblähen von einem Kaliverlust her. Die Analyse fällt natürlich sehr verschieden aus, je nachdem man Sorten vor sich hat. Der Obsidian von

Lipari hat 74 Kieselerde, 13 Thonerde, 2,7 Eisenoxyd, 5,1 Kali, 4,1 Natron, 0,3 Chlor, 0,2 Wasser, so daß man ihm die Formel $\dot{R}\ddot{S}i + \dddot{R}\ddot{S}i^3 + 5\ddot{S}i$ geben könnte. Der Ueberschuß von 5 $\ddot{S}i$ über glasigen Feldspath deutet auf einen Kieselerdereichen Trachyt (Trachyt-Porphyr) hin. Der Obsidian von Island, Ponza, Cerro del Quinche nördlich Quito gehören zu den gleichen, sowie überhaupt diejenigen, welche das Phänomen der Entglasung oder sogenannte Krystalliten zeigen: das heißt graue umgeschmolzene Flecken, welche in der glasigen Grundmasse porphyrartig eingesprengt sind. Auf der nordöstlichen Spitze von Lipari im Gebiete der kieselreichen Trachytporphyre erheben sich weiße Bimsteintrümmer im Monte Campobianco zu einem der „prachtvollsten Kratere, die es geben mag.“. Auf seinem Boden bricht 500′ über dem Meere in furchtbar schöner Rauheit ein Glaslavenstrom hervor, der in 100′ betragender Mächtigkeit und ⅛ Meile Breite dem Meere zustürzt. Ueber diesen Strom, sowie über einen kleinen zweiten schweigt die Geschichte, obgleich die Glasnatur des Gesteins jedem atmosphärischen Angriff trotzgeboten hat, die Ströme überzogen sich nur mit einer eigenthümlichen emailartigen Kruste, „welche ihre perenne Dauer noch mehr sichern zu wollen scheint.“ Zur zweiten Sorte gehören die blaßgrünen von

Teneriffa und die dunkelbraunen von Procida und Ischia. Ersterer hat 61,2 Kieselerde mit etwas Titansäure, 19 Thonerde, 4,2 Eisenoxyd, 0,2 Talkerde, 10,6 Natron, 3,5 Kali, etwa mit der Formel $\dot{R}\ddot{S}i + \dddot{R}\ddot{S}i^2$. Der Krater von Cahorra bildet einen Damm von Trachyten, der aus einem wahren Meere von Bimstein emporsteigt. Ungeheure Ströme verglaster Laven von Pechstein- und Obsidiangrundlage umgeben den Pic.

Der Bouteillenstein (Pseudochrysolith) findet sich zu Thein an der Moldau und Budweis in Böhmen auf den Feldern in einer Art von Geschieben im Sande und in der Dammerde (Zippe, Leonhard's Jahrb. 1841. pag. 115). Er scheint wie Bouteillengrünes Glas durch, ist aber an der Oberfläche eigenthümlich rauh und zerhackt. Man hat ihn wohl für Kunstprodukt gehalten. Die Analyse gab 82,7 Kieselerde, 9,4 Thonerde, 2,6 Eisenoxyd, 1,2 Kalkerde, 1,2 Talkerde, 2,4 Natron ꝛc.

Marekanit vom Berge Marekan bei Ochotsk in Ostsibiren bildet dunkelfarbige Kugeln, von allen Graden der Durchsichtigkeit. Die undurchsichtigen erinnern auffallend an Perlstein, welcher zugleich ihr Lager bildet. Klaproth fand in den durchsichtigen 81 p. C. Kieselerde. Aus Indien kommen Bouteillengrüne Kugeln, von 2—2½ Zoll Durchmesser, die

so hart als Quarz sind. Als ein Pariser Steinschleifer eine solche Kugel in Platten zerschneiden wollte, zersprang die eine unbefestigte Hälfte mit Zischen und Detonation. Das erinnert an das Zerspringen der Glasthränen. In der Mitte finden sich Höhlungen von Erbsengröße. Stumpfeckige Einschlüsse finden sich in großer Menge im Ungarischen Perlstein (Telköbanya, Hlinicker Thal). In Nordisland kommen Obsidiane vor, welche den Ungarischen in Beziehung auf Glanz und blauschwarze Farbe gleichen: sie halten offenbar die Mitte zwischen Pechstein und ächtem Obsidian, und schließen eigenthümlich excentrisch fasrige Kugeln ein (Aequinolith), die an Sphärulith erinnern.

Auch in den Basalten lagern zuweilen Glasflüsse: so erwähnt Hausmann einen Tachylyt aus den Absonderungsflächen des Basaltes von Dransfeld bei Göttingen. Ein augitisches Bisilicat mit 55,7 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, daher leichter schmelzbar als die Kieselerdereichen, worauf der Name anspielt. Zu Babenhausen im Vogelsgebirge finden sich bläulich schwarze Stücke, worin Ch. Gmelin (Pogg. Ann. 49. 235) nur 50,2 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 17,8 $\ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$, 10,3 $\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, 8,2 $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}$, 5,2 $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}$, 3,8 $\dot{\mathrm{K}}$, 1,4 $\ddot{\mathrm{T}}\mathrm{i}$ fand, was also noch nicht einmal Bisilicat ist $\dot{\mathrm{R}}^3 \ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^2 + \ddot{\mathrm{A}}\mathrm{l} \ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$. So spricht Silliman von einem Obsidian von den Sandwichsinseln, der 51,2 Kieselerde, 30,3 Eisenoxydul, 18,2 Magnesia hatte, also ganz die Zusammensetzung des Augites zeigt. Besonders benennen sollte man solche zufälligen Schmelzprodukte nicht. Denn sonst müßte man auch die überglasten Bomben, welche z. B. so ausgezeichnet zu Bos in der Eifel vorkommen, müßte die schönen grünen Gläser, welche aus Gneis, Granit, weißem Keupersandstein 2c. in unsern Hochöfen sich bilden, besonders benamen.

Den ächten glasartigen Obsidian, der nur mit Bimstein zusammen vorkommt, benützten schon die Griechen zu Pfeilspitzen (Marathonsteine), die Römer zu Spiegeln und Gemmen, denn man trifft ihn nicht blos auf Lipari, sondern auch auf den Griechischen Inseln Milo und Santorin an, dagegen haben die berühmten Feuerberge Vesuv und Aetna keinen. Nach Humboldt verfertigten sich die alten Mexicaner selbst Rasiermesser daraus, was durch geschickten Schlag geschah. Blöcke von reinster Beschaffenheit sind übrigens selbst bei Strömen nicht gewöhnlich, und müssen sorgfältig ausgewählt werden.

Bimstein.

Pumex Plinius hist. nat. 36. 42 probatio in candore minimoque pondere, et ut quam maxime spongiosi aridique sint, ac teri faciles, nec arenosi in fricando. *Κίσσηρις*, Theophrast §. 33—40 läßt sich darüber weitläufiger als gewöhnlich aus, begreift aber alle porösen Laven darunter und sagt ausdrücklich, daß sie nur um die Mündung brennender Berge vorkämen. Agricola natur. foss. pag. 614 kennt sie bereits vom Rhein, und schließt daraus, daß es dort gebrannt haben müsse. Erdbeben, Vulkane, Bitumen und vor allem der Bimstein waren auch für Leibnitz (Protogaea §. 19) der sicherste Beweis, daß im Erdinnern Feuer sei. Ponce, Pumice Phillips.

Der Bimstein ist nichts weiter, als ein schaumig aufgeblähter Ob-

sidian: es gibt einen *glasigen* (schaumigen) mit mehr runden Poren, an deren Seitenwänden man auch die Glasnatur noch erkennt. Er ist wie der Obsidian blaßgrün auf Teneriffa, und dunkelbraun auf Procida und Ischia, und entspricht der kieselärmern Obsidianabänderung mit 61—62 p. C. Kieselerde; der *fasrige* (gemeine Bimstein) hat etwas Seidenglänzendes, besonders wenn die Fasern parallel gehen, und hat am meisten von seiner Glasnatur eingebüßt. Muster ist besonders der von den Liparischen Inseln, worin Klaproth (Beitr. II. 65) schon 77,5 Kieselerde, Abich 73,7 $\ddot{Si}$ nachwiesen, neben 4,5 Natron und 4,7 Kali. Gehört also zur kieselreichen Abänderung des Obsidians. Das Fadige ist der Bildung der Fäden des sogenannten gesponnenen Glases analog, und darf nicht mit fasriger Structur verwechselt werden. Viele poröse sind schwimmend leicht, aber nur in Folge der Poren, denn das Pulver hat fast das Gewicht des entsprechenden Obsidians.

Ein Licht auf die Bildung werfen manche Hochofenschlacken, dieselben nehmen mit Wasser schnell abgekühlt ein poröses Gefüge an, ganz dem des schaumigen Bimsteins ähnlich. Namen wie Bimsteinporphyr, Obsidianporphyr rc. erklären sich von selbst.

Es ist mehr als wahrscheinlich, daß die natürlichen Glasflüsse auf das **künstliche Glas** geführt haben. Plinius 36. 65 erzählt uns zwar die berühmte Geschichte Phönicischer Kaufleute, die an den Ufern des Belus auf den Glasfluß kamen pag. 436, allein man weiß, daß offenes Feuer zur Erzeugung von Glasflüssen nicht wirksam genug ist. Der Satz eines guten Glases ist sehr verschieden. Gewöhnlich wendet man Sand an, weil damit das Pulvern des harten Quarzes erspart ist. Die Engländer führen sogar einen solchen als Ballast und Rückfracht von Sidney in Neuholland ein. Das feinste Glas gibt freilich der Feuerstein und Bergkrystall, die man glüht, ablöscht und dann pulvert. Aber auch Feldspath, Klingstein, Trachyt, Bimstein, Basalt, Lava, Lehm, Mergel rc. können gebraucht werden. Kali und Natron befördern die Flüssigkeit; Kalkerde vermehrt die Härte; Thonerde erhöht die Strengflüssigkeit; Bleioxyd macht es weich (schleifbar), glänzend und stark lichtbrechend; Eisen gibt ihm grüne nicht gern gesehene Färbung; daher sind Thonerde und Eisen die hauptsächlichsten Feinde eines guten Satzes. Zu dem gemeinsten Glase (*Hohlglas*) der Champagner-Fläschen nimmt man 200 Feldspath, 125 Hochofenschlacken, 20 Kalkerde, 15 Kochsalz. Dasselbe ist zwar grün, kann aber durch Braunstein pag. 537 entfärbt werden. Zum *Fensterglase* braucht man schon einen feinern Satz von der Formel $3\,\dot{Na} + 5\,\dot{Ca} + 12\,\ddot{Si}$, mit etwa 69,6 Kieselerde, 15,2 Natron, 13,3 Kalk, 1,8 Thonerde. Ohne Kalk würde es der Verwitterung nicht widerstehen, und ohne Natron würde es zu leicht krystallinisch und trüb. Das Doppelsalz ist viel weniger zum Krystallisiren also zum Entglasen geneigt. Das ist sehr wichtig, da es wegen der Schwierigkeit der Bereitung öfter angewärmt werden muß. *Spiegelglas* besteht aus der Formel $2\,\dot{Na} + \dot{Ca} + 6\,\ddot{Si}$, etwa mit 72 Kieselerde, 17 Natron, 6,4 Kalk, 2,6 Thonerde, ist also ein Bisilikat. Das zu Luxuswaaren verschliffene *Krystallglas* enthält $3\,\dot{Ka}\,\ddot{S}^3 + 4\,\dot{Pb}\,\ddot{Si}^3$ mit 59,2 Kieselerde, 9 Kali, 28,2 Bleioxyd, 1 Manganoxydul, wegen des Bleies ist es außerordentlich schwer.

Als Entfärbungsmittel nimmt man nicht mehr Braunstein, sondern Salpeter oder Arsenik. Das kostbare Flintglas (so genannt, weil man früher dazu den Flint pag. 175 benützte), enthält $6 \dot{K} + 9 \dot{Pb} + 20 \dddot{Si}$, der Bleigehalt erzeugt die starke Strahlenbrechung, leider aber auch eine starke Farbenzerstreuung. Die reine Darstellung hat große Schwierigkeit, es bilden sich leicht Blasen und Streifen, die Salze mischen sich auch ungleich, müssen daher vorsichtig gerührt werden, was mit der Zunahme der Größe des Schmelzgefässes immer schwieriger wird, da nicht in allen Theilen die Hitze gleich gemacht werden kann. Das Crownglas $\dot{K} + \dot{Ca} + 3 \dddot{Si}$ zerstreut die Farben nicht so stark.

Straß heißt man das Material für künstliche Edelsteine, $3 \dot{K} + 9 \dot{Pb} + 16 \dddot{Si}$. Hier kommt es hauptsächlich noch darauf an, die Farbe der Edelsteine nachzuahmen, außerdem spielt die Färbung der Gläser in der Glasmalerei eine wichtige Rolle:

Gelb erzeugt man unter anderem mit Silber: man mischt Chlorsilber mit gepulvertem Thon, bestreicht damit die Oberfläche der Waare, und wärmt wieder auf ohne zu schmelzen. Dann zieht sich das Silber in das Glas, und schabt man den Thon ab, so kommt die schöne Farbe zum Vorschein. Die gelbe Farbe der gemeinen Flaschen rührt von Zusatz von Birkenrinde, Ruß, Kohle 2c. her: die Masse kann in den bedeckten Glasgefässen nicht verbrennen und vertheilt sich daher darin. So können Bitumina in Obsidianströme kommen, die über Pflanzen hinströmen.

Roth durch Kupferoxydul ($\dot{\bar{Cu}}$), ist das seit ältester Zeit bekannte prachtvolle Roth der Glasfenster. Da Kupferoxyd ($\dot{Cu}$) grün färbt, so setzt man Desoxydationsmittel, wie Kohle, Zinn, Eisenhammerschlag zu. Nach der Schmelzung ist das Oxydulglas farblos, wird aber beim Wiederanwärmen tief roth, indem sich das Kupferoxydul ausscheidet. Die färbende Kraft ist so stark, daß es selbst in geringen Mengen bis zur Undurchsichtigkeit röthet. Um daher die Töne in der Hand zu haben, überzieht (überfängt) man weiße Gläser mit einer dünnen Schicht, und erzeugt dann durch Abschleifen die gewünschte Intensität der Farbe. Goldoxydul $\dot{Au}$ gibt rubinrothe Gläser. Früher wendete man den schon von Cassius entdeckten Goldpurpur an. Nach Fuß braucht man jedoch das Gold nur in Königswasser zu lösen, und zum Glassatze zu gießen. Auch dieses ist nach dem ersten Schmelzen farblos, und wird erst beim Wiedererhitzen das beliebte Rubinglas, indem sich Goldoxydul ausscheidet. Man darf es aber nicht zu schnell erkalten, sonst geht es durch, d. h. es bleibt ungefärbt.

Blau ist die Farbe des Kobaltoxydul ($\dot{Co}$) pag. 578, $\frac{1}{1000}$ Kobalt färbt schon sehr merklich. Die Kobaltgläser sollen schon 1540 in Sachsen bekannt gewesen sein. Der Smaltesatz darf weder Erden noch Natron haben, daher wendet man gereinigte Pottasche mit gereinigtem Quarz an. Da das Kobalterz stets eisenhaltig ist, so muß Giftmehl (Arsenige Säure) hinzu, damit das Eisenoxydul unschädlich gemacht werde.

Amethystfarbe kann, da sie rothblau ist, durch Kobalt und Gold erzeugt werden. Doch nimmt man gewöhnlich Manganoxyd, man muß sich aber vorsehen, daß durch einen Kohlengehalt des Satzes kein Manganoxydulsalz sich bilde.

Grün ist die Farbe des Kupferoxyds $\dot{C}u$, doch darf kein Eisenoxydul zugegen sein, was sich sonst auf Kosten des Kupferoxyds oxydirt. Die Bleigläser werden am schönsten grün, weil sie einen Stich in's Gelb, und das Kupfer einen Stich in's Blau hat. Eisenroxydul liefert nur eine geringe Bouteillengrüne Farbe. Das schönste aber theuerste liefert Chromoxyd ($\ddot{\bar{C}}r$).

Braunstein mit Zaffer gibt Granatfarbe; Eisenoxyd mit Thonerde, beide durch Glühen eines Gemenges von Eisenvitriol und Alaun erzeugt, geben fleischroth, ebenso Gold mit Silber; Eisenoxyd mit Silber gibt orange; schwarz erzeugt man aus je zwei sehr färbenden Stoffen. In Böhmen schmilzt man aus Hochofenschlacken und Basalt schwarze Gläser.

Schmelzglas (Email) entsteht, wenn ein Bestandtheil des Glassatzes unfähig ist in den Fluß einzugehen, oder wenn er sich im Verlaufe der Schmelzung ausscheidet. Es wirkt ein in der Glasmasse schwebender Niederschlag so eigenthümlich auf das Licht, daß das Glas milchig erscheint, sobald der Niederschlag weiß ist. Beinglas bildet man mit Knochenasche: geschmolzen ist der Satz vollkommen klar, die Milchfarbe tritt erst beim Anwärmen hervor. Mit Kupferoxyd nimmt das Beinglas merkwürdiger Weise keine grüne, sondern eine türkisblaue Farbe an.

Email bildet also eine Zwischenstufe zwischen Glas und Stein. In der Natur haben wir hauptsächlich zwei solche unvollkommene Gläser, den Perlstein und Pechstein, die mehr den ältern vulkanischen Gebirgen angehören. Vergleiche Knapp, Chem. Technol. I. pag. 380.

Perlstein.

Wurde schon 1791 von Fichtel als Vulkanischer Zeolith aus dem Telkebanyer Gebirge in Oberungarn beschrieben, und richtig für ein Feuerprodukt gehalten. „Nachdem aber erfahrnere Mineralogen jenes Gebirge „untersucht, und diese Behauptung als grundlos anerkannt haben," nannte es Werner Perlstein.

Hält die Mitte zwischen Pechstein und Obsidian, wie ein ausgezeichnetes Emailglas meist von perlgrauer Farbe. Er sondert sich zu lauter rundeckigen Stücken ab, und fällt auch in solche auseinander. An dem ächten kann man gar keine ordentliche Bruchfläche darstellen, es zeigt alles perlartige Absonderung. Klaproth fand 75,2 $\ddot{S}i$, 12 $\ddot{A}l$, 4,5 $\dot{K}$, 4,5 $\dot{H}$, 1,6 $\ddot{F}e$. Auch nach neuern Analysen zeigen sie sich kieselreicher als Obsidiane. Sie scheinen auch mehr Kali- als Natronhaltig. Auffallend sind nicht blos diese gewöhnlichen rundeckigen bis runden Obsidiankugeln, die zu Ochotsk, von Cabo de Gata in Spanien ꝛc. ganz durchsichtig werden, sondern in den Ungarischen Perlsteinen kommen sehr zierliche Kugeln vor, die Werner

Sphärulit nannte (Hoffmann Mineral IV. b. 151). Die Kugeln sind innen dicht, zeigen kaum einen Anfang von excentrischer Faserung, auf der Oberfläche gewahrt man viele kleine blasenförmige Erhöhungen, nach der Art der Glasköpfe. Im Mittelpunkt findet sich zuweilen ein kleines Korn von blättrigem glasigem Feldspath. Ihre gelbe Farbe unterscheidet sie zwar sehr von der Perlgrauen des Muttergesteins, auch sind

sie härter, fast Quarzhart, aber in der Zusammensetzung scheinen sie nur unwesentlich abzuweichen. Erdmann fand 77,2 $\ddot{Si}$, 12,5 $\ddot{Al}$, 4,3 $\dot{K}$, 3,3 $\dot{Ca}$, 0,7 $\dot{Mg}$, 3,3 $\ddot{Fe}$. Besonders ausgezeichnet in den Perlsteinen des Hlinicker Thales, worin Schmölniz nordwestlich Kaschau liegt. Tokay, Telkebanya.

Pechstein.

Bekam von Werner wegen des ausgezeichneten Pechglanzes seinen Namen. Die grünliche Farbe herrscht vor, dann gehen sie ins Gelbe, Rothe. Die schwarzen treten dem Obsidian, die grauen dem Perlstein nahe. Auch von Halbopalen sind sie äußerlich oft kaum zu unterscheiden. Hauy nannte sie Feldspath résinite, allein zur Feldspathigen Zusammensetzung fehlt es bedeutend an Alkalien. Klaproth fand in dem von Garsebach im Triebisch-Thale bei Meissen (Beiträge III. 257) 73 Kieselerde, 14,5 Thonerde, 1 Kalkerde, 1 Eisenoxyd, 1,7 Natron und 8,5 Wasser. Knox gibt zwar 2,8 Natron an, aber immer bleibt die Kieselerde außerordentlich überwiegend. Hauptfundort ist das Triebischthal, wo sie in Gesellschaft von Pechthonstein den Porphyr durchbrechen, sie kommen außerdem noch an einigen andern Orten vor, sind hier aber zuerst 1759 durch einen Dresdener Mineralogen Schulze beschrieben, und anfangs für Opale gehalten, bis man die Schmelzbarkeit erkannte. Nach Naumann (Geogn. Beschr. Königr. Sachsen V. 187) sollen sie schon in der mittlern Periode des Rothliegenden hervorgebrochen sein. Die ächten scheinen daher dem jüngern Perlstein- und Obsidiangebiet fremd zu sein. Pechstein steht ganz an der Gränze der Gläser. Werner's

Porzellanjaspis, besonders von Lavendelblauer Farbe, entsteht durch Brände im Braunkohlengebirge aus dem Plastischen Thone. Hessen und Böhmen.

Die Entglasung (Devitrification) kann man besonders bei Hochofenschlacken studiren, sie findet bei langsamem Erkalten statt pag. 213, weil Kalk- und Eisenoxydulsalze leichter krystallisiren, als wenn Kali oder Natron zugegen ist, wie im künstlichen und natürlichen Glase. Namentlich wirkt auch die Thonerde hindernd auf die Krystallisation ein. Daher glaubten auch die alten Mineralogen, daß alles was aus einem Vulkan als Lava hervorfließe zu Glas erstarren müsse, selbst Werner ließ sich hier durch seine Sinne täuschen. Indeß hatte schon Reaumur 1739 bemerkt, daß es Fälle gäbe, wo das gewöhnliche Glas einen steinartigen Charakter annehme: man erhielte es, wenn man Glasmasse in pulverigen Sand und Gyps hülle, erhitze und dann darin erkalten lasse, man nannte das Reaumürsches Porcellan. Beim Ausblasen der Glasöfen fand sich, daß diese Erscheinung lediglich von der langsamen Erkaltung herrühre, und nannte es Devitrification. Fleuriau de Bellevue schickte solche Stücke 1802 ohne Angabe des Fundortes nach Paris, und sie wurden allgemein für Minerale gehalten, so ganz anders wird der Charakter des devitrificirten Glases, wie pag. 186 auseinandergesetzt ist. Man glaubte daher anfangs, es seien bei dem langsamen Erkalten Verluste entstanden, allein wenn man die Masse wieder einschmilzt, so bekommt man bei schnellem

Erkalten abermals das schönste Glas, wie vorher. Daraus läßt sich dann leicht erklären, warum manche natürlichen Gläser trübe, porphyrartig ꝛc. werden. Das Porphyrartige scheint jedoch bei manchen Obsidianen auch seinen Grund darin zu haben, daß die eingesprengten rundlichen Flecke wegen Mangel an Hitze nicht zum Schmelzen kamen.

H. Tuffe.

Das Wort Tuff wird doppeltsinnig gebraucht: einmal versteht man Niederschläge des Wassers darunter, wie Kieseltuff pag. 181, Kalktuff pag. 337; dann aber auch die sogenannten Vulkanischen Tuffe, welche in so großer Menge und Mannigfaltigkeit auftreten. Die speienden Vulkane ergießen nicht blos glühende Lavenströme, welche zu Stein oder Glas erhärten, sondern sie werfen auch Schlackenstücke als Bomben, Lapilli, Asche in ungeheuren Massen aus, die sich um den Berg herum ablagern, und jene ganz eigenthümliche Art unkrystallinischer Trümmergesteine bilden, woran das Wasser keinen unmittelbaren Antheil hat. Bunsen (Pogg. Ann. 83. 219) glaubt sogar nachweisen zu können, daß die Palagonittuffe pag. 275 metamorphische Bildungen seien, welche durch Einwirkung der glühenden Augitlaven auf Kalk- oder Alkalienreiche Gesteine gebildet würden. Denn man bekomme Palagonit, wenn man feingeriebenen Basalt in einen großen Ueberschuß von geschmolzenem Kalihydrat einträgt, und das gebildete überschüssige Kalisilikat mit Wasser übergießt. Die ausgelaugte und durch Abschlämmen erhaltene hydratische, nach dem Trocknen pulverförmige, schon mit der schwächsten Säure gelatinirende, durch Kohlensäure und Schwefelwasserstoff leicht zersetzbare Substanz stimmt mit dem reinsten Isländischen

$$\text{Palagonit} = \dot{R}^3\,\ddot{S}i^2 + 2\,(\bar{\dddot{F}}e,\ \ddot{A}l)\,\ddot{S}i + 9\,\dot{H}.$$

Dabei entwickelt sich eine namhafte Menge reinen Wasserstoffs, dessen Ausscheidung auf der Oxydation der Eisenoxydulsilikate zu Eisenoxydsilikaten beruht und die auf Kosten des im Kalihydrate enthaltenen Wasseratomes vor sich geht. Folge davon ist, daß in den Palagoniten jede Spur von Eisenoxydul fehlt. Daraus ließe sich das Vorkommen von gediegenem Kupfer pag. 484 in den Mandelsteinen erklären, was aus flüchtigem Chlorkupfer reducirt sein würde. Wenn also blos durch Berührung der Augitlaven mit Kalkgebirgen sich Tuffe erzeugen, so würde die Erklärung der mächtigen Basalttuffe unserer schwäbischen Alp nicht mehr so unübersteigliche Schwierigkeiten darbieten.

Bunsen zeigt nun weiter, daß das Palagonitische Tuffgebirge wesentlich ein Gemenge von zweierlei Sachen sei: das eine seien wasserfreie Gebirgsbrocken, deren Zusammensetzung genau mit den normal pyrorenischen Gesteinen pag. 681 übereinstimmen, dieselben wurden von der andern Substanz eingehüllt, die von amorpher Beschaffenheit wesentlich aus zweierlei wasserhaltigen Silikaten von der Form

$$\dot{R}^3\,\ddot{S}i^2 + aq \text{ und } \bar{\dddot{R}}^3\,\ddot{S}i + aq$$

bestünden. Beide Glieder scheinen sich in verschiedenen Verhältnissen mit einander zu mischen: der Palagonit besteht aus $\dot{R}^3\,\ddot{S}i^2 + 2\,\bar{\dddot{R}}^3\,\ddot{S}i + aq$ und ein Tuff der Chatham-Inseln aus $\dot{R}^3\,\ddot{S}i^2 + \ddot{A}\,\ddot{S}i + aq$. Sie sind

aber alle zwei ohne Wasser genommen nichts anderes als verändertes Pyroxengestein.

Wie die Basalte und Basaltischen Laven, so umgeben sich auch die Melaphyre mit Tuffen, was namentlich die zeolithischen Mandelsteinbildungen beweisen. Dieselben sind auf Island lediglich durch glühende Laven erhitzte Tuffe, wobei sich dieselben in ein eisenreiches Silikatgestein verwandelten, welches die Grundmasse der Mandelsteine bildet, und in ein eisenfreies: nämlich die schönen farblosen bis schneeweißen Zeolithe pag. 274. Die Spaltung in eisenfreie und eisenhaltige Silikate hat zwar etwas Auffallendes, läßt sich aber auch künstlich hervorbringen und verfolgen, wenn man Erbsen- bis Haselnußgroße Stücke erhitzt bis sie äußerlich glühen, und dann im Mikroscop bei 40facher Vergrößerung untersucht. Nimmt man dazu nun noch die zersetzende Wirkung der Gase, so sieht man wohl ein, wie Gesteine gänzlich ihren ursprünglichen Charakter aufgeben können, ohne daß Wasser einen wesentlichen Einfluß darauf geübt hätte.

Was den augitischen Gesteinen, Aehnliches widerfährt nun auch den feldspäthigen. Die Trachyte, die Klingsteine (Oberschwaben) umgeben sich ebenfalls mit ganzen Bergen von Trachyt- und Klingsteintuffen, selbst bei den Gläsern spricht man von einem Pechthonstein, Bimsteintuff rc. Je älter jedoch das Gebirge wird, desto mehr wachsen die Schwierigkeiten in der Erklärung, zumal da hier Anzeichen vulkanischer Thätigkeit nicht ausgeprägt sind. Jedenfalls umgeben sich die rothen und grünen Porphyre mit einem ganz tuffartigen Gestein. Die graulich weißen, graulich rothen rc. Thonsteine und Thonporphyre sind solche Dinge, über deren genaue Bestimmung man so häufig in Verlegenheit ist. Nicht minder lebhaft wird man bei den Grünsteinen pag. 676, welche sich zu unförmlichen Kugeln absondern, erdig zerfallen, oder wohl gar geschichtet mit Thonschiefer wechseln (Dillenburg), an solche metamorphischen Gesteine erinnert. Dieselben werden sogar auch porös, nehmen in ihre Poren Kalkspath auf (Blatterstein), und was dergleichen Modificationen mehr sind.

In den Alpen, wo Glimmer und Talkschiefer eine so große Rolle spielen, findet man eine Reihe sogar Petrefakten führender Bildungen, welche einige für durch Feuer verändertes Sedimentgestein halten, andere aber für Gebirgstrümmergesteine, die unter Einfluß von Wasser sich erzeugt haben. Endlich erleidet auch der

Granit nicht selten sehr großartige Zersetzung: das ganze Gebirge löst sich zu Grus und Sand, der wie Schutt übereinanderfällt, ohne daß die einzelnen Mineraltheile wesentlich gelitten hätten, obgleich sie dadurch sich etwas aufschließen, denn ein Theil wird bereits in Säure löslich, und kann zur Wassermörtelbereitung benützt werden (Explic. Cart. géol. France I. 121). Wenn solche Trümmer vom Wasser ergriffen aber ganz in der Nähe abgelagert werden, so bilden sich Gesteine, die dem ursprünglichen Granit außerordentlich nahestehen (Arcose), wie z. B. in Centralfrankreich oder in der Steinkohlenformation des Schwarzwaldes. Das Auffallende bei solchen Verwitterungen ist das, daß nicht selten einzelne Partieen der Zerstörung widerstehen, andere nicht, und in Folge dessen die Granitberge sich mit mächtigen Blöcken überdecken (Steinmeere), die

man auch wohl als Trümmer des bei der Erhebung zersplitterten Gebirges genommen hat.

Sobald die Feldspaththeile des Granites ihren Kaligehalt verlieren, zerfallen sie zu Porzellanerde, und sind so die Ursache jener weit verbreiteten Thonformation, die im Sedimentärgebirge eine der Hauptrollen spielt.

I. Sedimentärgebirge.

Dasselbe ist im wesentlichen ein Wasserabsatz aus zertrümmerten und abgerollten Gebirgsstücken, die oft weite Wege gemacht haben, ehe sie zur Ruhe kamen, zumal wenn sie als feiner Sand und Schlamm im Wasser sich suspendirt erhalten konnten. Sehen wir von den Blöcken, Geschieben und Geröllen ab, die nur in einigen wenigen Formationen (Diluvium, Nagelfluhe, Todtliegendes) Bedeutung erlangen, so sind es hauptsächlich dreierlei

Sand, Kalk und Thon,

welche herrschen. Der Sand besteht vorzugsweise aus kleinen abgerollten Quarzstücken, und hin und wieder finden sich Feldspath, Glimmer, Magneteisen und andere Mineralreste darin zerstreut. Da der Quarz das härteste und unzersetzbarste unter den gewöhnlichen Gesteinen ist, so war auch er am geeignetsten, sich durch alle Revolutionen hindurch zu erhalten, und wenn er auch als der feinste Staub in der Braunkohlenformation und als Flugsand an den Meeresküsten angekommen ist, so bleibt er doch immer Quarz, der vielleicht zum größten Theil schon zur Urgebirgszeit krystallisirte. Wenn bei den

Sandsteinen, die besonders rein in der Quadersandsteinformation und im Braunkohlengebirge auftreten, nicht Kieselerde selbst das Bindemittel oder die Fritte bildet, so sind die Körner durch Kalk oder Thon aneinander geheftet. Der Sandstein wird dadurch kalkig, thonig, mergelig. Die

Kalksteine haben wir schon oben pag. 334 weitläufiger erwähnt, sie nehmen an der Bildung des Sedimentärgebirges einen wesentlichen Antheil, sind dann aber mit den Thonen und Sandsteinen auf das mannigfachste gemengt. Es bleiben somit für unsere flüchtige Betrachtung als letztes übrig

die Thone.

Ein Verwitterungsprodukt der Silikatgesteine: Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendegesteine, Klingstein, Basalt, Trachyt, Laven &c. haben das Material dazu hergegeben. Im Wesentlichen bestehen sie aus kieselsaurer Thonerde mit Wasser, sind aber durch Eisenoxyd, Kalk ($\dot{C}a\,\ddot{C}$) &c. nicht selten und stark verunreinigt. Auch kommen allerlei in Wasser lösliche Salze darin vor, das Kali (0,5—1 p. C.) fehlt niemals ganz. Sie kleben etwas an der Zunge, und zeigen beim Anhauchen einen eigenthümlichen bitteren Thongeruch. Mit Wasser geben sie bald leicht bald

schwer einen Teig, der geformt werden kann (plastisch), und der im Feuer erhärtet, daher für die Töpferei seit uralter Zeit ein so wichtiges Material. Vieler Thon nimmt bis 75 p. C. Wasser auf, und was darüber geht läßt er nicht durch, was technisch und für den Lauf der Quellen von großer Wichtigkeit ist. Ein kleiner Theil des Wassers ist nicht hygroscopisch, sondern geht erst bei der Glühhitze fort, wobei der Thon sich brennt, d. h. seine Plasticität verliert. Die Thonerde wird dann leichter von Säure aufgenommen, als aus frischem ungebranntem Thon, besonders von Schwefelsäure, welche eine große Verwandtschaft zu derselben hat. Sind organische Substanzen färbend, so brennt er sich nicht selten ganz weiß, sobald aber Eisen zugegen ziegelroth.

Nach ihrem Vorkommen kann man zweierlei unterscheiden: solche, die noch auf ursprünglicher Lagerstätte sich finden, wie Kaolin, Steinmark, Grünerde; und solche, die angeschwemmt wurden, und die dann nach dem Grade ihrer Erhärtung wieder viele Unterabtheilungen bilden. Die angeschwemmten Thone können auch durch Sickerwasser in die Poren der Gesteine geführt werden. So findet man z. B. auf nassen Wiesen die eichenen Särge altdeutscher Gräber ganz mit dem feinsten Thonschlamm erfüllt, wie bei Oberflacht südlich Spaichingen. Andere Thone sind erst in der Erde fett geworden, indem die circulirenden Wasser die löslichen Salze wegnahmen und die unlösliche kieselsaure Thonerde zurückließen.

Porzellanerde.

Die Chinesen nennen sie Kaolin, und den Feldspath, durch dessen Verwitterung sie entsteht, Pe-tun-se. Nach Ebelmen und Salvétat (Schnedermann, Polyt. Centralb. 1852. VI. 44) soll dieß ein dichter Feldspath pag. 188 sein, der fein gerieben und in Backsteinform gebracht ist. In der Sprache der Chinesen gibt dieser wegen seiner Schmelzbarkeit dem Porzellan das „Fleisch," das unschmelzbare Kaolin dagegen das „Gebein." Die reinste Porzellanerde bildet ein schneeweißes Mehl, das man nicht selten erst aus dem Felsen herausschlemmen muß. Gew. 2,2.

Nach Forchhammer's Untersuchung (Pogg. Ann. 35. 331) besteht die von Gebirgsart gereinigte aus

$$\ddot{\text{Al}}^3\,\dddot{\text{Si}}^4 + 6\,\dot{\text{H}} \text{ mit } 47\,\dddot{\text{Si}},\ 39{,}2\,\ddot{\text{Al}},\ 13{,}7\,\dot{\text{H}}.$$

In kochender Schwefelsäure löst sich die Thonerde, die Kieselerde dagegen nicht. Daß Kaolin ein Produkt der Feldspathzersetzung sei, das zeigt die von Aue bei Schneeberg in Sachsen, welche in Meißen verarbeitet wird, ganz entschieden (Naumann, Geognost. Beschr. Königr. Sachsen II. 163). „Das „dortige Kaolinlager ist nichts anderes als eine den kleinkörnigen Granit „umhüllende Schale sehr großkörnigen Granits, dessen Feldspath sich in „einem mehr oder weniger aufgelösten Zustande befindet." Die Schale ist nur 1′ bis 2 Lachter mächtig. Es liegen noch Feldspathkrystalle darin, die alle Stadien der Zersetzung von blättrigem Spath bis zur zähen Kaolinmasse durchgemacht haben. Forchhammer zeigte, daß wenn man von

$$3 \text{ Atomen Feldspath} = \dot{\text{K}}^3 + \ddot{\text{Al}}^3 + \dddot{\text{Si}}^{12}$$

$$\dot{\text{K}}^3 \quad + \quad \dddot{\text{Si}}^8 \text{ abziehe, so bleibe}$$

$$\ddot{\text{Al}}^3 \quad \dddot{\text{Si}}^4 = \text{Porzellanerde zurück. Nun}$$

hat aber bekanntlich das Fuchsische Kaliwasserglas, das sich im Wasser löst, die Zusammensetzung $\dot{K}^3 \dddot{Si}^8$, so daß die Zersetzung nichts Auffallendes haben würde. Auch manche Thone, wie z. B. der Thon von Groß-Allmerode, woraus die bekannten Hessischen Tiegel bereitet werden, der sogenannte Lenzin von Kall in der Eifel ꝛc. weichen in der Zusammensetzung von der Porzellanerde nicht ab. Zu St. Yrieux südlich Limoges in Centralfrankreich ist der Gneis in Kaolin verwandelt, welcher die Porzellanfabrik von Sèvres bei Paris versieht. Die Lager erreichen bis 20 Meter Mächtigkeit und liefern so viel Vorrath, daß er bis nach Amerika ausgeführt werden kann. Nach Alexander Brongniart (Archives du Museum 1839. I. 243 und 1841. II. 217) findet die Ablagerung stets sehr unordentlich statt, eine Menge Gebirgsarten: Schriftgranit, Diorit, rothe Porphyre mit Quarz und Eisenerzgängen pflegen sich zu durchdringen, wozwischen dann sehr unregelmäßig die thonige Substanz ihre Stelle einnimmt, so daß die elektro-chemische Wirkung der ungleichen Felsarten auf einander nicht ohne Einfluß sein dürfte. Die Umgegend von Passau (Unter-Griesbach ꝛc.) dankt ihre Porzellanerde nicht blos den verwitterten Granuliten, sondern es kommt bei Obernzell sogar ein besonderes Mineral vor, durch dessen Verwitterung das Material entsteht, woraus in München Porzellan bereitet wird. Fuchs, Denkschriften der Akad. Wissenschaft, München 1818—20, Band VII. pag. 65 hat dasselbe

Porzellanspath genannt. Er bricht in stets verwitterten geschobenen Säulen von ungefähr 92^0, deren scharfe Kante durch einen ziemlich deutlich blättrigen Bruch abgestumpft wird, der in der stumpfen Kante ist undeutlich. Von Skapolithartigem Aussehen, Härte 5—6, Gew. 2,6. In der Wärme phosphorescirend. Schmilzt vor dem Löthrohr. Starke Säuren zersetzen ihn, aber ohne Gallertbildung. Fuchs fand 49,3 Kieselerde, 27,9 Thonerde, 14,4 Kalk, 5,5 Natron, 0,9 Wasser. Schafhäutl gibt auch 0,9 Chlor an. Die daraus entstandene Porzellanerde hat nach Forchhammer

$$\dddot{Al}^2 \dddot{Si}^3 + \dot{H}^6 \text{ mit } 46{,}9\ \dddot{Si},\ 34{,}8\ \dddot{Al},\ 18{,}3\ \dot{H}.$$

Die Passauer Porzellanerde wurde schon um das Jahr 1735 bei Lemmersdorf gegraben, und gieng in bedeutenden Quantitäten nach Norddeutschland. Der Hauptabsatz geht jetzt nach Nymphenburg und Regensburg, die geschlemmte auch nach Wien. Die Truhe von etwa 12 Ctr. kostet 8—14 fl. In kleinen Mengen als erdiges Mehl ist die aus Feldspath entstandene Porzellanerde außerordentlich verbreitet, nicht blos im Urgebirge, sondern auch in den daraus entstandenen Sandsteinen, z. B. im Kohlensandstein, im weißen Keupersandstein ꝛc. Allein ihre Masse ist zu zerstreut, um durch Schlemmen gewonnen werden zu können, oder auch häufig zu eisenschüssig, so daß das Material zu feinem Porzellan immerhin ein kostbares bleibt. Das

Porzellan ist das feinste unter den Thonwaaren, von den Chinesen erfunden, woher es die Portugiesen zuerst in Europa einführten. Es wurde aber von einem Apotheker Böttcher 1706 beim Goldmachen, das ihn in Schulden und Gefängniß gebracht hatte, auf der Festung Königstein nachentdeckt. Anfangs braun und roth. 1709 wurde das erste weiße gemacht, und 1710 die Fabrik in Meißen angelegt. Das Porzellan bildet

keine geschmolzene, sondern nur eine gefrittete, hin und wieder mit kleinen Poren versehene Masse mit schimmerndem Bruch. Seine Härte ist so groß, daß es mit dem Stahl Funken gibt. Halbdurchsichtig, weiß und wenig spröde. Beim letzten Brennen schwindet das Porzellan, dem ungeachtet vermindert sich sein Gewicht (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 36. 168), statt daß es höher werden sollte. Nach dem Brennen sollte es die Summe der Dichtigkeiten des Feldspathglases und der Porzellanerde besitzen, in der Berliner Fabrik also = 2,518 sein, während sie in Wirklichkeit = 2,452 ist, eine Erscheinung, die man noch nicht erklären kann (Pogg. Ann. 93. 74). Da nämlich die Porzellanerde weder schmilzt noch frittet, so muß sie noch mit einer schmelzbaren Substanz versetzt werden, dieß ist entweder reiner farbloser Feldspath oder Gyps, wozu man noch etwas Quarz thut. Dieser Fluß durchdringt nun das unschmelzbare Kaolin, wie Oel das Papier, und macht die Masse haltbar und durchscheinend. Beide geschmolzene und ungeschmolzene Masse, von den Chinesen schon so schön als „Fleisch und Gebein" bezeichnet, lassen sich unter dem Mikroskop unterscheiden. Außerdem versieht man es noch mit einer Glasur, die aus denselben Substanzen wie der Fluß besteht, nur mit mehr Gyps, weil die Glasur in völligen Fluß kommen muß. Nur der Glasur verdankt das Porzellan seinen Glanz, das unglasirte (Biscuit) ist matt. Wegen der geringen Bildsamkeit der Masse muß das Material auf das sorgfältigste geschlemmt und Monate lang in feuchten Gruben abgelagert (gebeizt) werden. Dieß und die starke Feuerung nebst der sorgfältigen und wiederholten Behandlung darin machen das Porzellan so theuer. Es kann zugleich mit den schönsten Farben versehen werden, besonders wichtig sind die Scharffeuerfarben, welche die größte Hitze ertragen: dahin gehört das Blau des Kobalt, das Grün des Chroms, das Gelb des Titanoxyd, das Schwarz des Iridiumoxyds pag. 489. Die Muffelfarben ertragen das starke Feuer nicht, sie sind viel mannigfaltiger und werden durch besondere Flüsse aufgetragen.

In England macht man nur Frittporzellan, dazu kommt Kaolin von Cornwallis, Plastischer Thon, ein halb verwitterter, glimmerfreier Granit (Cornisch Stone), Feuerstein und gebrannte Knochen. Die Masse ist viel plastischer, leicht flüssig durch die Knochenasche, aber weiß, klingend und gleichartig wie wirkliches Porzellan. Die Glasur ist Blei- und Boraxhaltig. Das Frittporzellan, was man in Frankreich vor dem Meißner Porzellan machte, enthielt gar keine Thonerde, und war ein vollkommenes Glas.

Steinmark,

Marga in saxis inclusa Agricola pag. 705, nennt der deutsche Bergmann eine ganze Gruppe von Thonen, die nicht Schichtweis vorkommen, sondern isolirt im Felsen wie das Mark in den Knochen stecken. Sie lassen nicht mehr so unmittelbar wie die Porzellanerde ihren Ursprung erkennen, sind theils zerreiblich, theils fest und homogen. Da auch einzelne Sorten von Speckstein pag. 203 nesterartige Ablagerungen lieben, so ist ein Verwechseln damit gar nicht zu umgehen. Nur die chemische Analyse kann dann unterscheiden, die wenigstens die Stoffe angibt, wenn auch

nicht die Art, wie die Stoffe sich in diesen durchaus unkrystallinischen Massen vertheilen. Wir wollen einige Lokalitäten auszeichnen:

Das gelblich weiße Steinmark aus den Zinnsteingängen (am Sauberge bei Ehrenfriedersdorf), vom Schneckenstein mit Topas ꝛc. fühlt sich fettig an, läßt sich mit dem Nagel zerdrücken, und erscheint unter der Lupe feinschuppig, wie dichter Talkschiefer. Die Analyse von Clark gab 47,3 Kieselerde, 39 Thonerde, 13,5 Wasser und nur 0,9 Talkerde, was der Formel des Kaolins sehr nahe kommt.

Fleischrothes Steinmark aus dem verwitterten Porphyr von Rochlitz an der Mulde, Breithaupt's Carnat, läßt sich mit dem Nagel nicht zerdrücken, Härte 2—3, Gew. 2,6. Fühlt sich sehr fein und zart an. Der Bruch erinnert an Kugeljaspis, hat aber mehr Glanz. Es ist wohl ohne Zweifel aus Quarz entstanden. Klaproth's Analyse gab 45,2 Kieselerde, 36,5 Thonerde, 14 Wasser, 2,7 Eisenoxyd. In demselben Porphyr kommt auch Freiesleben's

Talksteinmark vor, es ist mehr weißlich, und hat nach Karstens Untersuchung die Formel des Cyanit pag. 238, $\dddot{Al}^3\,\dddot{S}^2$ mit 60,5 Thonerde, 37,6 Kieselerde. Nach Breithaupt gibt es auch Wasserhaltiges.

Collyrit Karsten Tabell. pag. 73, Collyrium nannte Plinius 35. 51 eine der beiden Samischen Erden: prioris laus, ut recens sit et levis, linguaeque glutinosa. Klebt also an der Zunge, wie vieles Steinmark. Auf dem Stephanischacht zu Schemnitz in Ungarn bildet der Schneeweiße mit Druckflächen versehene Thon Trümmer und Nester im Diorit-Porphyr. Klaproth Beitr. I. 258 fand darin 45 $\dddot{Al}$, 14 $\dddot{Si}$, 42 $\dot{\bar{H}}$. Was etwa die Formel $\dddot{Al}^3\,\dddot{Si} + 15\,\dot{\bar{H}}$ gibt. Im weißen bunten Sandsteine von Weißenfels an der Saale kommt auf einem Gange ein Thon vor, den Karsten dazustellte. Die Nester und Gänge im Flözgebirge pflegen übrigens immer sehr feingeschlemmte Thone zu führen, und von solcher Mannigfaltigkeit, daß es gewagt erscheint, denselben besondere Namen geben zu wollen.

Das Lavendelblaue Steinmark von Planiz bei Zwickau bildet Lager im Steinkohlengebirge. Härte 2. Es gleicht einem Thonstein, fühlt sich mager an, und enthält nach Schüler 41,7 $\dddot{Si}$, 22,8 $\dddot{Al}$, 13 $\dddot{\bar{Fe}}$, 2,5 $\dot{Mg}$, 3 $\dot{Ca}$, 1,7 $\dddot{\bar{Mn}}$, 14,2 $\dot{H}$. Wegen des Eisenreichthums hat es Breithaupt Eisensteinmark genannt. Es ist die berühmte sächsische Wundererde, siehe Ch. Richter, Saxoniae electoralis miraculosa terra. Schneeberg 1732. Die Drechsler von Zöblitz poliren damit den Serpentin.

Bol.

Von $\beta\tilde{\omega}\lambda o\varsigma$ Scholle. Der Name kommt aber noch nicht einmal bei Agricola vor, dagegen spricht Wallerius von siebenerlei Bolus in Apotheken, „die im Munde wie Butter schmelzen." Werner beschränkte dagegen die Benennung auf die steinmarkartig vorkommenden Thone im Basalt und Mandelstein. Dieselben haben einen vollkommen muscheligen Bruch, schimmern stark auf der Bruchfläche, springen sehr scharfkantig, fühlen sich fettig an, und hängen stark an der Zunge. Im Wasser zerspringen sie mit Geräusch zu eckigen Stücken. Gewöhnlich eine von Eisenoxydhydrat herrührende braune Farbe. Bekannt sind die isabellgelben bis

schwarzbraunen, sie scheinen verwitterter Opal zu sein. Die von Säsebühl bei Dransfeld haben 41,9 S̈i, 20,9 Äl, 12,2 F̈e, 24,9 Ḣ; die blaß rosenrothen aus den Klüften zwischen den Basaltsäulen von Stolpe mit 45,9 S̈i, 22,1 Äl, 3,9 Ċa, 25,9 Ḣ, schmelzen unter Blasenwerfen zu Email. Der kastanienbraune Bol von Siena in Toscana (terra de Siena) wird zu Frescomalereien benützt. Sehr berühmt ist der Bol von Striegau westlich Breslau von lichtbrauner Farbe in der Basaltwacke brechend. 1508 entdeckte ihn der Kaiserl. Leibarzt Scultetus Montanus, und wurde zubereitet als terra sigillata Strigonensis von lehmgelber Farbe in den Handel gebracht: J. Montanus, breve, sed exquisitum, vereque philos. judicium de vera nativa sigillata Strigonii a se inventa. Norimb. 1585.

Terra sigillata Agricola Bermannus 699 nannten die alten Mediciner einen feinen Thon, der als Universalheilmittel seit Homer's Zeiten in Brauch und Ansehen stand. Plinius 35. 14 führt sie unter den rothen Erden an: palmam enim Lemniae dabant. Minio proxima haec est, multum antiquis celebrata, cum insula, in qua nascitur. Nec nisi signata, venundabantur: unde et sphragidem appellavere (*σφραγίς* Siegel). Nach Galen scheint es aber nicht die rothe, sondern eine andere weißlich graue gewesen zu sein, welche noch heute am Tage von Mariä Himmelfahrt mit großer Feierlichkeit gesammelt wird und mit einem türkischen Siegel versehen in den Handel kommt. Klaproth (Beiträge IV. 327) gab davon eine Analyse, der Thon war mager, und zerfiel im Wasser wie Walkererde: 66 S̈i, 14,5 Äl, 6 F̈e, 3,5 Ṅa, 8,5 Ḣ, war daher kein Bol im Werner'schen Sinne. Wie ursprünglich nur der „Lemnischen Erde" so wurde später vielen andern Thonen eine Heilkraft beigeschrieben, man schnitt sie zu cylindrischen Platten, und versah sie als Zeichen ihrer Aechtheit mit einem Siegel. Wallerius und Cronstedt rechnen alle diese Siegelerden zum Bolus, klagen aber schon, daß sie soviel verfälscht würden. Die gelbe Siegelerde von Striegau hat drei Berge als Siegel, auf den Namen des Entdeckers Montanus anspielend. Nach der Farbe hatte sie den bedeutungsvollen Namen axungia solis (Sonnenschmalz), die sächsische Wundererde von bläulich grauer Farbe hieß dem entgegen axungia lunae. Die Weiße von Malta wurde in Form von Kugelkalotten mit dem Bildniß des Apostel Paulus versendet. Besonders häufig findet man auch die rothen, weil Plinius die ächte Lemnische Erde als Rubrica beschreibt. Von diesen war die Württembergische in Apotheken beliebt, sie findet sich nicht blos in den rothgefärbten Keuperletten, sondern kommt auch Nesterweis von ausgezeichneter Feinheit und intensiver Farbe auf den Brauneisensteingängen von Neuenbürg vor. Cronstedt §. 86 übersetzt daher Bolus geradezu in Eisenthon, „ein solcher scheint mir auch in der Medicin dienlicher zu sein, als andere Thonarten." Im Alterthum genoß besonders die

Sinopische Erde als rothe Malerfarbe großen Ruf. Theophrast §. 94 unterscheidet dreierlei, die besten Sorten kamen von der Stadt Sinope mitten am südlichen Ufer des Schwarzen Meeres. Plinius 35. 13 sagt ausdrücklich Sinopis ..... in Cappadocia effossa e speluncis. Quae saxis adhaesit, excellit. Es war also ein nesterartiges Vorkommen. Klaproth (Beitr. IV. 345) fand darin 32 Kieselerde, 26,5 Thonerde, 21

Eisenoxyd, 17 Wasser, 1,5 Kochsalz. Die prächtigen rothen Wände von Pompeji sind damit gemalt. Hier würde sich dann der Röthel pag. 523 anschließen, wie andererseits an den Brauneisenocker pag. 531 die Gelberde. Ein Theil der letztern kommt nesterförmig vor, wie z. B. in den Bohnenerzen, andere ist Zersetzungsprodukt von Eisensäuerlingen, wie z. B. bei Cannstadt. Die Sachen kommen geschlemmt in den Handel. Die Wernersche war ein Töpferthonflöz aus den jüngsten Formationen von Wehrau. Bei Amberg kommt im untern braunen Jura eine Erde vor, die nach Kuhn 33,2 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 37,1 $\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, 14,2 $\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$, 13,2 $\dot{\mathrm{H}}$, 1,4 $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}$ enthält. Von Formeln kann da nicht die Rede sein. Durch Brennen wird sie roth, durch Mangangehalt braun, wie die sogenannte Cyprische (türkische) Umbra von der Insel Cypern, nach Klaproth (Beitr. III. 140) 48 $\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, 20 $\dddot{\mathrm{M}}\mathrm{n}$, 13 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 5 $\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$, 14 $\dot{\mathrm{H}}$. Kaffeebraune Manganhaltige Thone kommen auch im Keuperlehm vom Vogelsang bei Stuttgart vor. Der Nontronit aus den Braunsteinlagerstätten über Lias von St. Pardour bei Nontron (Dordogne) hat öfter eine gelbbraune Farbe (Andreasberg), und besteht im wesentlichen aus ($\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, $\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$) $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}^2 + 3\ \dot{\mathrm{H}}$.

Intensiv gefärbte Thone gibt es noch eine ganze Reihe, besonders schön sind darunter die grünen. Die Grünerde pag. 201 von Monte Baldo ohnweit Brentonico im Veronesischen findet sich im Mandelstein. Sie hat seladongrüne Farbe, und schließt sich an Chlorit an. Vauquelin und Klaproth (Beiträge IV. 239) haben sie analysirt. Letzterer gibt 53 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 28 $\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, 2 $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}$, 10 $\dot{\mathrm{K}}$, 6 $\dot{\mathrm{H}}$ an. Aehnliche grüne Erden trifft man auch in Mandelsteinen anderer Gegenden. Durch Brocchi wurde 1811 die sogenannte krystallisirte Grünerde im Melaphyr des Gebirges Pozza im Fassathal bekannt, aus den schönsten und schärfsten ringsum gebildeten Afterkrystallen von Augit bestehend. Rammelsberg (Pogg. Ann. 49. 391) fand darin 39,5 Kieselerde, 10,3 Thonerde, 8,9 Eisenoxyd, 15,7 Eisenoxydul, 1,7 Magnesia, 8,7 Alkali nebst Wasser und Verlust. Mehrere hatten sogar bis 15,2 p. C. $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}\,\ddot{\mathrm{C}}$. Letzter Gehalt erinnert an die Feldspathafterkrystalle aus dem rothen Porphyr von Ilmenau pag. 184, in welchem Crasso (Pogg. Ann. 49. 386) sogar 49,5 $\dot{\mathrm{C}}\mathrm{a}\,\ddot{\mathrm{C}}$ neben 23,2 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 12,5 $\dddot{\mathrm{F}}\mathrm{e}$, 7,3 $\dddot{\mathrm{A}}\mathrm{l}$, 2,1 $\dot{\mathrm{K}}$, 0,2 $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{a}$ 2c. fand. Das Eisenoxydul scheint in Fassathalern die grüne Farbe zu erzeugen. Im Handel kommt auch eine Berggrüne Thonsteinartige Masse unter dem Namen Grünerde vor von Monte Paterno bei Bologna; oder aus den Alpen, woran der eingesprengte Bergkrystall öfter noch den chloritischen Ursprung verräth. Kämmerer's

Wolchonskoit pag. 561 (Pogg. Ann. 29. 460) in Nestern und schmalen Gängen des Kreises Ochansk Gouv. Perm scheint ein krautgrüner Thon zu sein, worin die Thonerde hauptsächlich durch 34 Chromoxyd und 7,2 Eisenoxyd vertreten ist, neben 27,2 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$ und 23,2 $\dot{\mathrm{H}}$. Wird ebenfalls als Farbematerial von den Russen benützt. Auch der Pimelith pag. 176 ist hier wegen seiner schön grünen Farbe zu vergleichen, allem Anschein nach verwitterter Chrysopras. Auffallender Weise gibt Schmidt (Pogg. Ann. 61. 388) in den Steinmarkartigen sich fettig anfühlenden 32,7 p. C. $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{i}$ nebst 54,6 $\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i}$, 5,9 $\dot{\mathrm{M}}\mathrm{g}$, 5,2 $\dot{\mathrm{H}}$, so daß er im Wesentlichen 2 $\dot{\mathrm{N}}\mathrm{i}\,\ddot{\mathrm{S}}\mathrm{i} + \dot{\mathrm{H}}$

sein würde. Die Talkerde läßt sich leicht aus dem Muttergestein, dem Serpentin, erklären. So hat auch der dortige

Kerolith (Wachsstein, κηρος) von weißem wachsartigem Aussehen, Härte 2, aus dem Serpentin von Baumgarten in Schlesien 36,8 $\ddot{Si}$, 12,2 $\ddot{Al}$, 19 $\dot{Mg}$, 32 $\dot{H}$. Er bildet schmale Gänge wie der dortige Opal, und ist daher offenbar nur ein in Afterbildung begriffener Opal oder anderes Quarzgestein. Karstens

Alumocalcit aus dem quarzigen Rotheisensteine von Eibenstock in Sachsen, weiß, weich, spröde, ist nicht sowohl ein unreifer, als ein überreifer Opal mit 86,6 $\ddot{Si}$, 2,2 $\ddot{Al}$, 6,2 $\dot{Ca}$, 4 $\dot{H}$. Hier hatte das Gebirge nur Kalkerde abzugeben. Stromeyer's

Allophan (ἀλλοφανής andersscheinend) von Gebersdorf bei Gräfenthal im Salfeldischen bildet traubige himmelblaue Ueberzüge und Schnüre in einem eisenschüssigen Thon. Die derbern Partieen zeigen einen ausgezeichneten Glasglanz und Muscheligen Bruch, Gew. 1,9, Härte 3. Seinem Aussehen nach sollte man es für lichten Kupfervitriol halten, dennoch fand Stromeyer 41,3 $\dot{H}$, 21,9 $\ddot{Si}$, 32,2 $\ddot{Al}$, 0,7 $\dot{Ca}$ und nur 3 p. C. kohlensaures Kupfer darin. Auf alten verlassenen Kupfergruben, wie Herrensegen, scheint er secundäres Gebilde.

Halloysit nannte Berthier die wachsartigen aus den Galmeilagern von Angleure bei Lüttich mit 45 $\ddot{Si}$, 39 $\ddot{Al}$, 16 $\dot{H}$. Dufrénoy vereinigt unter diesen Namen eine ganze Reihe Steinmarkartiger Thone, die besonders in der Arkose von Centralfrankreich, welche zwischen dem Granit und Secundärgebirge (Lias) ihr Lager hat, sich eingesprengt finden.

Plastische Thone.

Kommen in größerer Menge schichtenweis eingelagert vor. So lange sie ihre Bergfeuchtigkeit enthalten, geben sie einen mehr oder weniger knetbaren Thon, das macht sie für die Töpferei wichtig (Töpferthon). Trocken haben sie einen glänzenden Strich, ins Wasser gelegt zerfallen sie und werden wieder plastisch. Zeigen eine große Neigung besonders beim Trocknen Fett aufzunehmen. Die meisten sind zusammengeflötzt, und finden sich namentlich in jüngerer Zeit, im Braunkohlengebirge. Im Pariser Becken hat A. Brongniart sogar die ältere Tertiärformation unter dem Grobkalke, Formation des plastischen Thones genannt. Chemisch weichen sie kaum wesentlich von dem Kaolin ab, wenn man ihre mechanische Verunreinigung gehörig berücksichtigt, wie das z. B. Fresenius (Erdmann's Journ. prakt. Chem. 57. 65) bei den Nassauischen Thonen nachweist. 100 Theile lufttrockenen Thones von Hillscheid enthielten 24,7 Streusand, 11,3 Staubsand, 57,3 Thon und 6,2 Wasser, und das ganze analysirt gab 77 Kieselerde, während der Thon nach Abzug des Sandes nur 45,3 Kieselsäure, 34,1 Thonerde, 3,3 Eisenoxyd, 3 Kali, 12,3 Wasser ꝛc. enthielt, was der Zusammensetzung von Kaolin schon nahetritt. Auch sieht man bei dem Verfahren sogleich ein, welches bedingte Gewicht auf Analysen solcher Sache zu legen ist, wenn von der mechanischen Scheidung so viel abhängt, die bei vielen Analysen früher fast ganz vernachlässigt

wurde. Der stets vorhandene kleine Kaligehalt deutet den Ursprung aus Feldspath an.

Töpferthon Wr., Argile glaise Hauy Traité IV. 557, Potter's Clay. Eine sehr plastische Masse, die vorzüglich zur Töpferei dient, und da fast keine Stadt ohne Töpfer ist, so muß natürlich das verschiedenste Material dazu angewendet werden. Die meisten plastischen Töpferthone werden von der Oberfläche der mannigfachsten Formationen genommen, es scheint die Circulation des atmosphärischen Wassers zu ihrer Präparation wesentlich beigetragen zu haben. Die feinste Abänderung nannte Werner erdigen Töpferthon meist von graulicher und weißlicher Farbe. Zwischen den Zähnen knirscht er meist etwas von beigemengtem Sande. Gew. 2. Der Töpferthon von Bunzlau in Schlesien hatte nach Klaproth 61 $\dddot{S}i$, 27 $\dddot{A}l$, 1 $\dddot{F}e$, 11 $\dot{H}$. Der Thon von Gr. Allmerode, woraus die berühmten Hessischen Tiegel gemacht werden, ein ausgezeichneter graulichweißer Braunkohlenthon, hat nach Salvetat 47,5 $\dddot{S}i$, 34,4 $\dddot{A}l$, 1,2 $\dddot{F}e$, 0,5 Kalk, 1 Magnesia, 14,5 $\dot{H}$. Die Analysen verschiedener Töpferthone schwanken zwischen 46—66 p. C. Kieselerde und 18—38 Thonerde. Durch Salze verunreinigte Thone fangen im Feuer an zu schmelzen, aber auch die unschmelzbaren verlieren ihre Plasticität. Sie liefern das Material zur gröbern und feinern Töpferwaare. Oben an steht das

Steingut, dessen harte Masse porzellanartig zusammenbäckt, daher klingt. Vor der Erfindung des Porzellans diente es zu Luxusgegenständen, und der Stil ist ein interessanter Beweis deutschen Kunstsinnes. Feines Steingut wird in unzähligen Varietäten hauptsächlich noch in England gemacht. Die Potteries in Staffordshire und Newcastle an der Tyne beziehen einen Theil ihres Thones dazu von Teingnmouth in Devonshire. Gewöhnlich färbt man die ganze Masse: grün mit Chrom, blau mit Kobalt 2c. Die Französischen Fabricate von Saargmünd werden geschliffen und polirt, ahmen Jaspis und Porphyr nach 2c. Gemeines Steingut dient zu Töpfen, Sauerwasserkrügen und andern wasserdichten Gefäßen. Es besteht aus verschiedenen plastischen Thonen, die mit einem Cäment (gestoßenen Steinscherben, Sand) gemischt werden. Nächst dem Porzellan bedürfen die Steingutöfen des stärksten Feuers, zur Glasur braucht man blos Salz in den Ofen zu werfen, das Natron bildet dann mit Kieselsäure ein Glas. Das Steingut von Bunzlau in Schlesien, Vallendar 2c. (Coblenz gegenüber) ist berühmt. In England benutzt man Steingut wie Glas, und verfertigt Gefäße bis zu 6 Ohm Größe. Die Scherben von Steingut und Porzellan kleben nicht an der Zunge, die nachfolgenden kleben: Kleben und nicht Kleben ist das hauptsächlichste Unterscheidungsmerkmal der Praktiker.

Fayence (Majolica) schmilzt und sintert nicht mehr zusammen, sondern ist blos stark gedörrt, und wird dann mit einer bleihaltigen Glasur überzogen, die von ganz anderer Beschaffenheit als die Masse ist. Was das Porzellan für die Malerei, das ist heute die Fayence für den Farbendruck. Früher wurde sie auch bemalt, die Malereien von Raphael, Titian, Michel Angelo verschafften ihr großen Ruf. Die feine Fayence hat eine durchsichtige Glasur, die gemeine dagegen eine undurchsichtige und gefärbte. In Württemberg wird zu Schramberg im Schwarzwalde der

schwarze Schieferthon der Steinkohlenformation dazu benützt, der sich aber ganz weiß brennt. Zu Schrezheim bei Ellwangen gibt man ihm eine smalte-blaue Glasur, so kommen wir durch zahllose Abstufungen zur

Gemeinen Töpferwaare. Sie ist uns aus dem Alterthume überliefert, ihre Form kam bei Griechen und Römern zwar zur größten Vollendung, allein die Scherben kleben an der Zunge. Die Alten führten die größten Werke aus, wie die sogenannten Terracotten beweisen: auf dem Capitol stand ein Jupiter sammt Viergespann in Thon ausgeführt und mit Zinnober angestrichen. Kaiser Vitellius ließ eine Schüssel machen, welche 1 Million Sesterzien (über 33,000 fl.) kostete. Die Hetrurischen Vasen mit ihren eigenthümlichen Malereien waren so geschmackvoll und beliebt, daß sie zur Zeit August's den silbernen und goldenen Gefässen den Rang streitig machten. Diese feine Töpferwaare des Alterthums, wovon wir so häufig Scherben auf unsern Feldern finden (Rottweil, Rottenburg), wurde von den Römern gern aus rothem Thon gemacht, man sagt aus Terra sigillata. Der Thon ist gut geschlemmt, doch mag das Roth wohl durch Zusatz von Eisen erzielt worden sein. Grobe schwarze Töpferwaare (Thränen- und Aschenkrüge) wurde auch im Großen ausgeführt, wie das noch heute in warmen Ländern der Fall ist. So war das bekannte Faß des Diogenes ein solcher Topf.

Unsere gemeine Töpferwaare verträgt den Temperaturwechsel, wie das Porzellan, um aber Flüssigkeiten halten zu können, muß sie mit einer Bleiglasur, die gleich auf die lufttrockenen Gefässe aufgetragen wird, überzogen werden. In warmen Gegenden macht man auch eigene Kühlkrüge ohne Glasur, wo der Thon sogar, um recht porös zu werden, noch mit einer verbrennbaren Substanz gemischt wird.

Pfeifenthon nennt man die weißen Thonabänderungen, welche dabei so rein sind, daß sie zwischen den Zähnen gar nicht knirschen. Sie liefern das Material zu den bekannten Cöllnischen Pfeifen.

Walkererde, Fouller's earth, Argile smectique. Die ächte englische Walkererde von Nutfield bei Riegate in Surry ist ein muschelnführender blaßgrünlich bis gelblich grauer schiefriger Thon des mittlern braunen Jura. Sie war früher so berühmt, daß man die Güte englischer Tücher ihr zuschrieb, und sie durfte daher nicht ausgeführt werden. Nach Klaproth (Beitr. IV. 334) zerfällt sie im Wasser geräuschlos und schnell „wie Uhrsand auseinander." Sie fühlt sich nur mäßig fett an: 53 $\ddot{\mathrm{Si}}$, 10 $\ddot{\mathrm{Al}}$, 9,7 $\ddot{\mathrm{Fe}}$, 1,2 $\dot{\mathrm{Mg}}$, 24 $\dot{\mathrm{H}}$, Spuren von Kali. Sie ist also wesentlich Thonerdearm. Solche zusammengeschwemmte Gebirge unter allgemeine Begriffe bringen zu wollen, möchte vergebliche Mühe sein, zumal da die verschiedensten Thone zum Entfetten benützt werden können. Die Alten bedienten sich zum Entfetten der Kleider besonders der *γῆ κιμωλία* Theophr. §. 110, Plinius 35. 57 nennt sie Creta Cimolia, nach der Cycladischen Insel Cimolus (Argentiera), benützten dazu aber auch viele andere Thone. Klaproth (Beiträge I. 291) beschreibt den **Cimolit** perlgrau, er nimmt aber an der Luft eine röthliche Schattirung an (Cimolia ad purpurissum inclinans Plin.), gibt Späne wie Speckstein, im Wasser blättert er sich krummschiefrig, die Masse wird im Wasser nicht recht schlüpfrig, gerade wie die Walkererde, was das Abwaschen der damit befleckten Tücher

offenbar sehr erleichtert: die erste Analyse gab 63 $\dddot{Si}$, 23 $\dddot{\bar{Al}}$, 1,2 $\dddot{\bar{Fe}}$, 12 $\dot{\bar{H}}$. Eine zweite spätere (Beitr. VI. 284) dagegen 54 $\dddot{Si}$, 26,5 $\dddot{\bar{Al}}$, 5,5 $\dot{K}$, 12 $\dot{\bar{H}}$. Zwischen den Schieferletten der braunen Juraformation kommen wiederholt solche zähen Thonschichten vor, die im Wasser nicht so schmierig sich anfühlen, als feiner Töpferthon, und die wohl alle sich zum Walken vorzüglich eignen werden.

Bergseife nannte Werner den fettesten aller Thone. Sie kam von Olkucz in Polen, und Werner hielt sie für eine große Seltenheit. Sie ist lichte pechschwarz, sehr glänzend im Strich, färbt nicht ab, aber schreibt wie schwarze Kreide. Später hat man dann Thone anderer Fundorte dazu gezählt, sonderlich den schwarzen von Waltershausen bei Gotha, der ebenfalls schreibt und auf der schreibenden Spitze großen Glanz annimmt.

Bunte Thone hieß Werner die durch Eisen intensiv gefärbten, sie verlieren dadurch an Plasticität. Bei Wehrau kommt mit der dortigen Gelberde ein sehr ausgezeichneter rother vor. Durch allerlei Verunreinigungen kommt man endlich zum

Lehm. So heißt jener gelbe Thon, der besonders stark durch Sand, Kalk und im Wasser lösliche Salze verunreinigt ist. Derselbe enthält häufig Mammuthsknochen, und findet sich wo nicht Flugsand vorhanden ist, unmittelbar unter der Ackerkrume. Seine Zusammensetzung und Färbung hängt auch wohl in Gebirgsländern mit von dem Gebirge ab, auf welchem er liegt. Er hat eine außerordentliche Verbreitung. Da die gelbe Farbe von Eisenoxydhydrat herrührt, so brennt er sich im Feuer roth. Backsteine und Ziegeln werden aus Lehm gemacht. In südlichen Ländern, oder da wo es keine Steine hat, trocknet man die geformten Stücke blos (Ninive, Babylon), sie werden dann aber nicht so hart, wie die gebrannten.

Der Lehm ist ein sehr wichtiges Baumaterial. Der magere Lehm im Rheinthal heißt Löß. Derselbe fällt leicht zu feinem Staub auseinander, geht zuletzt vollkommen in den Tripel pag. 181 über. Der Lehm hat in vielen Gegenden auch den Namen

Letten, doch hat man sich in der Wissenschaft gewöhnt, darunter jene mächtigen Ablagerungen zu begreifen, welche im Flözgebirge mit Kalk und Sandstein häufig abwechseln. Da dieselben ausgezeichnet schiefrig brechen, so heißt man sie passend

Schieferletten.

Sie werden ins Wasser geworfen nicht plastisch, sind im Gebirge steinhart, durch Verwitterung zerfallen sie aber zu lauter kurzen Plättchen, welche schüttig an steilen Gehängen herunterrutschen. Die meisten brausen mit Säuren stark, schmelzen vor dem Löthrohr, gehen also in den Mergel pag. 336 über. Indeß da sie nach langer Verwitterung einen zähen plastischen Dreck geben, so pflegt man sie nicht den Mergeln sondern den Thonen zuzuschreiben. Hausmann nennt sie Mergelthon. Bei der Zufälligkeit der Bildung ist es freilich nicht möglich, hier überall die richtige Gränze zu stecken. Werner scheint sie hauptsächlich unter seinen verhärteten Mergeln begriffen zu haben. Während der eigentliche

Schieferthon

faſt ausſchließlich dem Steinkohlengebirge angehört. Er iſt von kohligen Theilen ſchwarz gefärbt, ſeltener grau, hat aber einen grauen Strich. Vor dem Löthrohr ſchmilzt er nicht, brennt ſich aber weiß, und wenn Eiſen da iſt, roth. Denn die ſchwarze Farbe rührt lediglich von Kohle her. Er iſt auch ſteinhart und gibt mit Waſſer angemacht keinen plaſtiſchen Thon, er müßte dann vorher fein geſtoßen, geſchlemmt und gebeizt ſein. An der Luft der Verwitterung von Regen und Sonnenſchein ausgeſetzt, zerfällt er bald zu eckigen Stücken. Die Analyſe einer Abänderung aus der Grafſchaft Mark von Brandes gab 67,5 $\dddot{S}i$, 11,3 $\dddot{A}l$, 4,2 $\dddot{F}e$, 4,9 $\dot{H}$, Schwefelkies, Kohle, Alaun, Ammoniak ꝛc. Wegen ſeiner häufigen Pflanzenabdrücke heißt er auch Kräuterſchiefer, welcher beſonders das Dachgeſtein der Steinkohlen bildet. Wie der Plaſtiſche Thon die Braunkohle, ſo begleitet der Schieferthon die Steinkohle. Wenn Schieferthon viel Bitumen enthält, ſo brennt er, dieſer heißt dann auch wohl Brandſchiefer Wr. Klaproth Beitr. V. 182 hat einen ſolchen von Wologda unterſucht. Mineralogiſch kann man die Sache kaum feſthalten. Zeichenſchiefer (ſchwarze Kreide) heißen die im Handel vorkommenden milden Schieferthone, welche ſo viel Kohle haben, daß ſie einen ſchwarzen Strich machen, und wegen der Milde des Schiefers auf Papier ſchreiben. Die beſte ſoll aus Spanien von Marvilla in Andaluſien und aus Italien ſtammen, daher auch pierre d'Italie genannt. In Deutſchland iſt beſonders Oberhüttendorf und Dünahof bei Ludwigſtadt im Bayreutiſchen als Fundort bekannt. Man präparirt auch künſtlich Schreibſtifte daraus.

Thonſchiefer

gehört vorzugsweiſe der Uebergangsformation an. Seine Farbe iſt ſchwarz, grau, röthlich ꝛc., er iſt hart und ſteinartig, und ſondert ſich in den ausgezeichnetſten Platten ab. Die Platten ſind aber nicht Folge der Schichtung, da ſie nicht der Schichtung parallel gehen, ſondern Folge einer merkwürdigen Abſonderung. Eine andere Abänderung iſt der Griffelſchiefer von Sonneberg ſüdweſtlich Saalfeld, der ſich in ſtängliche Stücke ſpalten läßt, woraus die Griffel zu den Schiefertafeln geſchliffen werden. Er iſt etwas weicher als der Tafelſchiefer, und an der Luft ſondert er ſich von ſelbſt ſtänglich ab, wird aber dadurch auch brüchig. Daher muß er friſch gebrochen gleich ſorgfältig in feuchten Kellern zur weitern Bearbeitung aufbewahrt werden. Die Anwendung zu Schiefertafeln und zum Dachdecken kennt ſchon Agricola, er nennt ihn Saxum fissile Schiefer pag. 707, aber verſteht darunter die verſchiedenſten plattigen Steine, doch hebt er pag. 651 beſonders zwei hervor: sed pulcherrimae atri coloris tabulae aureis venis distinctae ex Norimberga Lipsiam apportantur. ex atro etiam, cum oleo fuerit imbutum et paginarum modo compactum, fiunt palimpsesti. Der alte Vater der Mineralogie erwähnt hier alſo der Schiefertafeln, und ſpielt ohne Zweifel auf die ſchön verkieſten Petrefakten an, welche zumal bei Wiſſenbach im Dillenburgiſchen darin vorkommen. Dann fährt er fort: at candidum ad Sallam (Kehlheimwinzer?) pagum in montibus, quorum radices Danubius alluit, effossum, quo Boji tegunt domos, in-

terdum exprimit ex utraque parte modo manum hominis à brachio avulsam, modo ranam, nunc vero piscem. pagus ille distat ab oppido Chelheimo (Kehlheim), prope quod Almo (Altmühl) in Danubium influit, ad duo millia passuum et quingentos, item in Danubii ripa Augustam Tyberii versus (Regensburg zu) situs. Das sind also die berühmten Kehlheimer Platten mit ihren wundervollen Versteinerungen.

Die Mannigfaltigkeit der Thonschiefer ist außerordentlich, und Staunen erregt ihre Mächtigkeit. Nach der Ablagerung des Urgebirges scheint alles in den feinsten Schlamm zerfahren zu sein, um das Material zu diesen feinen Schiefern zu bilden. Denn der ächte Thonschiefer ist ein Schlamm, mit Schimmer im Bruch. Obgleich die Gränze zum Glimmerschiefer pag. 668 sich nicht scharf ziehen läßt. Die Analyse von Frick (Pogg. Ann. 35. 188) fand im Dachschiefer von Goslar 60 $\dddot{\text{Si}}$, 14,9 $\dddot{\text{Al}}$, 8,9 $\dddot{\text{Fe}}$, 4,2 $\dot{\text{Mg}}$, 2,1 $\dot{\text{Ca}}$, 0,3 $\dot{\text{Cu}}$, 5,7 Wasser und Kohlensäure, 3,9 Kali nebst Verlust.

Krystallographische Uebersicht.

Da die Form für den Mineralogen das wesentlichste Kennzeichen bildet, so ist es nicht unpraktisch, die Minerale auch nach ihrem Krystallsystem zu klassificiren.

I. Reguläres System.

1) Granat pg. 227. Das Granatoeder herrscht vor. Uwarowit pg. 230.
2) Diamant pg. 241, oktaedrischer Blätterbruch, aber gerundete 48flächner herrschen.
3) Spinell pg. 254, Oktaeder mit häufiger Zwillingsbildung, schließt sich daher eng an Magneteisen pg. 514 an.
4) Analcim pg. 283, das Leucitoeder herrscht, aber Würfel fehlt nicht.
5) Leucit pg. 296, wenn krystallisirt nur im Leucitoeder bekannt.
6) Lasurstein pg. 297 nebst Sodalith pg. 299 mit sechsfach blättrigem Bruch im Granatoeder. Lehnt sich dadurch an Blende pg. 587.
7) Helvin pg. 313, ausgezeichnet tetraedrisch.
8) Wismuthblende pg. 313, Pyramidentetraeder mit Zwillingen.
9) Flußspath pg. 378, der Würfel herrscht zwar, aber es zeigt sich daran das ausgezeichnetste blättrige Oktaeder, was wir kennen. Yttrocerit pg. 382 schließt sich an.
10) Würfelerz pg. 402, der blättrige Würfel herrscht.
11) Boracit pg. 418, Würfel und Granatoeder, mit Anfängen tetraedrischer Hemiedrie. Rhodizit pg. 419.
12) Steinsalz pg. 426, Würfel mit deutlich blättrigem Bruch herrscht. Daran lehnt sich Salmiak pg. 430; Hornerz, Jod- und Bromsilber pg. 422; Embolit pg. 423.
13) Alaun pg. 445, unter den künstlichen Salzen wohl die wichtigsten Oktaeder. Oktaedrischer Borax pg. 420.
14) Gold pg. 467 (Electrum) nebst Silber und Kupfer, sich durch dendritische Zwillinge pg. 482 auszeichnend. Platina, Iridium und Palladium sollen ebenfalls regulär sein. Eisen pg. 489.
15) Amalgam pg. 481, ausgezeichnete Granatoeder mit vielen Flächen, daher auch ohne Zweifel das Quecksilber regulär. Arquerit pg. 481. Zweifelhafter ist Blei und Zinn pg. 500.
16) Magneteisen pg. 514 und dessen Verwandte Franklinit, Chromeisen ꝛc. krystallisiren spinellartig.
17) Pyrochlor pg. 551, ausgezeichnete Oktaeder. Pyrrhit pg. 552. Zweifelhaft ist Uranpecherz pg. 552.

18) Rothkupfererz pg. 554 mit blättrigen Oktaedern. Granatoederflächen auch häufig. Vergleiche damit den Periklas pg. 560.
19) Arsenige Säure und Antimonoxyd pg. 558 geben ausgezeichnete Oktaeder.
20) Schwefelkies pg. 563 bildet den ausgezeichneten Typus der Pyritoeder, woran sich
Glanzkobalt pg. 576, Hauerit pg. 573 (Manganglanz), Nickelglanz pg. 580 und Nickelantimonglanz pg. 580 anschließen.
Vergleiche auch Salpetersaures Blei pg. 434 und Chlorsaures Natron pg. 463.
21) Speiskobalt pg. 575 nebst Tesseralkies pg. 576 vorherrschend würflig. Kobaltkies pg. 577 oktaedrisch. Arseniknickel pg. 574 selten krystallisirt.
22) Bleiglanz pg. 583, würfelig blättrig am ausgezeichnetsten unter allen Mineralen. Oktaeder und Würfel herrschen. Cuproplumbit pg. 586. Selenblei pg. 586, Selenquecksilberblei pg. 587 2c. ebenfalls würfelig blättrig.
Tellurblei pg. 507.
23) Blende pg. 587. Sechsfach blättriger Bruch im Granatoeder, die große Deutlichkeit einzig in ihrer Art. Granatoeder, Oktaeder mit Neigung zum Tetraedrischen herrschen. Meist Zwillinge.
24) Glaserz pg. 603, Oktaeder und Granatoeder rauhflächig. Selensilber pg. 605 dreifach blättrig. Tellursilber? pg. 507.
Kupferglas pg. 614, Selenkupfer? pg. 617, Eukairit? pg. 617.
25) Buntkupfererz pg. 614, bauchige Würfel. Cuban pg. 613.
26) Fahlerz pg. 618, das ausgezeichnetste Tetraedrische Beispiel. Häufig krystallisirt.
Dufrénoysit pg. 596, Zinnkies pg. 626.
Berzelin pg. 286, Glottalith pg. 291, Tritomit pg. 308, Voltait pg. 447, Perowskit pg. 545, Eisennickelkies pg. 571, Nickelwismuthglanz pg. 581.

II. Viergliedriges System.

Findet sich nicht besonders häufig. Gewöhnlich gibt man den Endkantenwinkel eines Hauptoktaeders an.

1) Vesuvian pg. 230, 129° 31′. Zweite quadratische Säule etwas blättrig. Niemals Zwillinge. Gehört zu den ausgezeichnetsten.
2) Zirkon pg. 256, 123° 19′, der viergliedrige Edelstein bildet das zweite wichtigste Beispiel des Systems. Oerstedtit pg. 257.
3) Ichthyophthalm pg. 286, 121°, sehr blättrige Gradendfläche, der viergliedrige Zeolith. Faujasit pg. 288, 111° 30′ bildet blos Oktaeder, und Edingtonit pg. 281 soll tetraedrisch sein.
4) Skapolith pg. 293, 136° 7′, man sieht ihn meist nur in etwas blättrigen Säulen ohne Ende. Humboldtilith, Sarkolith, Nuttalith, Mizzonit, Dipyr sind selten ausgezeichnet, und Gehlenit pg. 295 bildet blos würfelartige Formen.
5) Chiolith pg. 383, 107° 32′, darnach könnte auch Kryolith 4gliedrig sein.

6) Uranglimmer pg. 412, 95° 46′, ausgezeichnet blättrige Tafeln.
7) Gelbbleierz pg. 415, 99° 40′, meist Tafeln. Isomorph mit Scheelbleierz 99° 43′ und Tungstein 100° 40′, welche sich durch eine Hemiedrie ihrer Vierkantner auszeichnen.
8) Hornquecksilber pg. 424, 98° 8′, künstliche Krystalle in deutlichen Säulen.
9) Hornblei pg. 424, 67° 21′.
10) Zinn pg. 500, 140° 25′, künstliche Krystalle, deutliche Oktaeder. Einzig unter den gediegenen Metallen.
11) Hartmangan pg. 534, 109° 53′, die kleinen Oktaeder den regulären sehr ähnlich.
12) Scharfmangan pg. 535, 105° 25′, blättriger Querbruch, ausgezeichnete Fünflinge, einzig in ihrer Art.
13) Zinnstein pg. 537, 121° 35′, fast stets Zwilling. Isomorph mit Rutil pg. 541, 123° 8′, dessen erste quadratische Säule die am deutlichsten blättrige des ganzen Systems bildet. Titanoxyd trimorph.
14) Anatas pg. 543, 97° 56′, Oktaeder herrscht vor.
15) Fergusonit pg. 551, hemiedrisch, wie Scheelbleierz und Tungstein, höchst selten.
16) Nickelspeise pg. 581, viergliedrige Tafeln, Kunstproduct.
17) Blättererz pg. 602, ausgezeichnet blättrige Tafeln.
Die geschwefelten Metalle haben kein sonderlich deutliches viergliedriges System aufzuweisen.
18) Kupferkies pg. 610, 109° 53′, tetraedrisch, streift aber an das reguläre System übermäßig nahe heran.
19) Honigstein pg. 658, 118° 14′, ausgezeichnete Oktaeder; Oxalit? pg. 660. Stroganowit pg. 300, Phosphorsaure Yttererde pg. 398, Romeit pg. 418, Azorit pg. 551 sind unwichtig.

III. Drei- und einaxiges System.

Zerfällt in eine dreigliedrige (rhomboedrische) und sechsgliedrige (dihexaedrische) Abtheilung, die freilich sich beide nicht immer scharf von einander scheiden lassen.

a) **rhomboedrisch** in ausgezeichnetem Grade sind:

1) Turmalin pg. 266, 133° 26′, mit einer merkwürdigen Hemiedrie. Es ist der rhomboedrische Edelstein.
2) Chabasit pg. 281, 94° 46′, große Neigung zu Zwillingen, der rhomboedrische Zeolith. Vergleiche auch Levyn, Gmelinit, Herrschelit.
3) Dioptas pg. 311, 95° 33′, einfache dreigliedrige Dodekaide.
4) Kalkspath pg. 316, 105° 5′, das ausgezeichnetste aller rhomboedrischen Systeme, mit sicherer dreigliedriger Entwickelung. Isomorph mit Bitterspath, Spatheisen, Zinkspath ꝛc.
5) Kupferglimmer pg. 409, 69° 12′, sehr blättrige Gradendfläche (Kupferschaum).
6) Natronsalpeter pg. 434, 106° 33′, ausgezeichnete künstliche Rhomboeder.

7) Rhomboedrische Metalle pg. 501: Wismuth, Antimon, Arsenik und Tellur. Vergleiche dabei auch Tellurwismuth pg. 506, Palladium pg. 487 und Osmiridium pg. 488.
8) Zinnober pg. 591, 71° 47′, blättrige Säule, Rhomboeder herrschen.
9) Rothgiltigerz pg. 606, 107° 36′ — 108° 30′, die Enden der Säulen häufig rundkantig. Xanthokon pg. 609.

b) **Dihexaedrisch** in ausgezeichnetem Grade sind:

1) Quarz pg. 160, 133° 44′, neuerlich von Daubrée künstlich in kleinen aber netten Krystallen dargestellt pg. 560. Die eigenthümliche Hemiedrie ist stets durch das vollflächige Dihexaeder gestützt, mag dasselbe auch selbst wieder ein Dirhomboeder sein.
2) Beryll pg. 261, 151° 5′, Säulen herrschen, doch zeigen die Ecken öfter ausgezeichnete Vollflächigkeit.
3) Nephelin pg. 295, 139° 19′, meist nur in Säulen bekannt.
4) Apatit pg. 385, 142° 20′, bildet das entwickeltste und unzweideutigste sechsgliedrige System, trotz der Anfänge von Hemiedrie. Daran schließt sich das isomorphe
   Buntbleierz pg. 388, vielleicht auch Vanadinbleierz pg. 413.
5) Magnetkies pg. 569, Krystalle höchst selten pg. 498. Gradendfläche blättrig.

c) Eine **Mitte zwischen Rhomboeder und Dihexaeder** bilden:

1) Korund pg. 247 mit blättrigem Rhomboeder, aber sehr ausgebildetem Dihexaeder. Damit isomorph
2) Eisenglanz pg. 518, woran das Rhomboeder zwar herrscht, aber das Dihexaeder gewöhnlich nicht fehlt, so auch Titaneisen pg. 523. Vergleiche auch das künstliche Chromoxyd pg. 518.
3) Phenakit pg. 266. Rhomboeder und Dihexaeder mischen sich in ausgezeichneter Weise.

d) **Zweifelhaft** oder **unwichtig** sind:

1) einaxiger Glimmer pg. 196: Chlorit pg. 200 (Ripidolith, Kämmererit), Talk pg. 201 scheinen entschieden rhomboedrisch. Margarit pg. 206, und was daran hängt: Diphanit, Cronstedtit, Sideroschisolith, Pyrosmalith ꝛc. Brucit pg. 206, Hydrargillit pg. 252.
2) Cancrinit pg. 299, blättrige sechsseitige Säule.
3) Willemit pg. 311 und Troostit sind rhomboedrisch.
4) Eudialyt pg. 314 rhomboedrisch.
5) Fluocerit pg. 382 sechsseitige Tafeln.
6) Coquimbit pg. 443, Säule mit Dihexaeder.
7) Alaunstein pg. 448, kleine Rhomboeder.
8) Eis pg. 449 nebst Hagel und Schnee.
9) Graphit pg. 511 in talkartigen Blättern.
10) Rothzinkerz pg. 556 blättrige Säule mit korundartigem Dihexaeder.
11) Plattnerit pg. 561, sechsseitige Tafeln.
12) Kupfernickel pg. 578, selten krystallisirt, Antimonnickel pg. 579, Haarkies pg. 580.

13) Molybdän pg. 582 krummblättrige Tafeln.
14) Greenockit pg. 590, blättrige Säulen.
15) Polybasit pg. 605, dreigliedrige Tafeln, wie Eisenglanz.
16) Kupferindig pg. 616, sechsseitige Tafeln.
Schwefelsaures Kali pg. 438.

IV. Zweigliedriges System.

Zur schnellen wenn auch unvollkommenen Einsicht genügt es, blos den Säulenwinkel anzugeben. Ein wesentliches Beimerkmal liefern die Zwillinge. Das System, welches am häufigsten vorkommt.

1) Olivin pg. 218, 130° 2′, meist gestreifte Oblongtafeln. Hyalosiderit, Monticellit, Eisenfrischschlacke, Humit pg. 220. Afterkrystalle von Serpentin pg. 204.
2) Dichroit pg. 222, 120°, daher von dihexaedrischem Aussehen. Pinit pg. 224, Libenerit ꝛc.
3) Staurolith pg. 235, 129° 20′, merkwürdige Durchkreuzungszwillinge herrschen, daher vielleicht hektoedrisch.
4) Andalusit pg. 239, 90° 50′, die einfachen Säulen erinnern an das viergliedrige System. Chiastolith pg. 240.
5) Chrysoberyll pg. 252, 129° 38′, auffallend Olivin ähnlich, Drillinge.
6) Topas pg. 258, 124° 20′, der zweigliedrige Edelstein, blättriger Querbruch, großer Flächenreichthum. Gehört daher zu den ausgezeichnetsten Beispielen. Nie Zwillinge.
7) Faserzeolith pg. 275, 91° (Natrolith, Mesolith, Comptonit), wohl von 2 + 1gliedrigem Scolezit pg. 277 zu unterscheiden. Vergleiche auch Okenit pg. 288.
8) Strahlzeolith pg. 278, 94° 15′, zweigliedrige Dodecaide, mit einem ausgezeichneten Blätterbruch, vorzugsweis der zweigliedrige Zeolith.
9) Kreuzstein pg. 284, Zwillinge bis Sechslinge und durch letztere mit dem regulären System in Verwandtschaft tretend.
10) Prehnit pg. 289, 100°, meist tafelförmig mit Hahnenkammbildung.
11) Ilvait pg. 304, 111° 12′, langgestreifte Säulen mit oktaedrischen Enden.
12) Kieselzinkerz pg. 309, 103° 56′, kleine hemiedrische Krystalle. Siehe auch Hopeit pg. 311.
13) Arragonit pg. 348, 116° 6′, Zwillinge bis Vierlinge herrschen, ein ausgezeichnet typisches System, woran sich schließen: Tarnowitzit pg. 354, Manganocalcit pg. 354, Witherit pg. 354, Alstonit pg. 355, Strontianit pg. 356, Weißbleierz pg. 357, Zinkbleispath pg. 359.
14) Anhydrit pg. 366, würfelige Stücke mit dreierlei Blätterbrüchen. Ihm verwandt der
15) Schwerspath pg. 369, 101° 42′, tafelförmige Krystalle mit 2 + 1blättrigem Bruch, niemals Zwillinge. Ausgezeichneter Typus, woran sich anschließen: Cölestin pg. 373 und Vitriolblei pg. 374. Vergleiche auch Breithaupt's zweigliedrigen Zinkosit $\dot{Z}n\dddot{S}$?
16) Amblygonit pg. 391, 106° 10′, blättrige Säule; Herderit pg. 392.
17) Wavellit pg. 393, 122° 15′, nur excentrisch fasrig, Childrenit pg. 395.

18) Skorodit pg. 401, 99° 30′, meist sehr verzogen. Haidingerit pg. 401.
19) Struvit pg. 403, mit auffallender Hemiedrie.
20) Olivenerz pg. 408, Oblongoktaeder. Linsenerz pg. 410, Euchroit pg. 411, Brochantit pg. 411, Salzkupfererz pg. 425, Halblasurblei pg. 378, Mendipit pg. 425.
21) Salpeter pg. 432, 119°, Aragonitartige Zwillinge. Thermonitrit pg. 436.
22) Schwefelsaures Kali pg. 437, 120° 24′, mit dihexaedrischem Typus. Schwef. Natron pg. 438, chromsaures Kali pg. 466 ꝛc.
23) Bittersalz pg. 439, 90° 38′, tetraedrische Hemiedrie, wie Zinkvitriol pg. 440. Nickelvitriol pg. 440, nach Mitscherlich trimorph: 4gl., 2gl. und 2 + 1gliedrig! Polyhalit pg. 441, Astrakanit? pg. 441.
24) Unterschwefelsaures Natron pg. 461, 90° 38′. Salpetersaures Uranoxyd pg. 462.
25) Antimonsilber pg. 503, gestreifte Säulen, öfter Drillinge.
26) Schwefel pg. 507, 101° 56′, liefert die ausgezeichnetsten Rhombenoktaeder; Jod pg. 512.
27) Braunmangan pg. 531, 99° 40′, gestreifte Säulen, isomorph mit Brauneisen pg. 525 und Diaspor pg. 251. Vergleiche auch Graumangan pg. 533.
28) Brookit pg. 543, 99° 50′, gestreifte Tafeln. Arkansit pg. 544. Zweigliedriger Zinnstein pg. 538.
29) Columbit pg. 549, 100° 40′, meist gestreifte Oblongsäulen. Vielleicht isomorph mit Wolfram pg. 546. Von gleicher Form scheint auch Samarskit pg. 550. Vergleiche Polykras pg. 545, Euxenit pg. 545, Mengit 546, Tantalit pg. 550, Aeschynit pg. 545, Polymignyt pg. 545.
30) Weißspießglanz pg. 557, blättrige Tafeln, isomorph mit 2gliedriger arseniger Säure pg. 559.
31) Binarkies pg. 565, 106° 2′, Zwillinge herrschen. Isomorph mit Arsenikkies pg. 511 (Kobaltarsenikkies, Glaukodot).
Arsenikalkies pg. 572, 122° 26′, Weißnickelkies pg. 573.
32) Grauspießglanz pg. 593, 90° 45, mit einem Hauptblätterbruch, und isomorph mit
Wismuthglanz pg. 598 und Rauschgelb pg. 599.
Dimorphin pg. 601, Zinckenit pg. 596, Querspießglanz pg. 596, Geokronit pg. 597.
33) Schrifterz pg. 602, 110° 48′, meist fehlen die Enden.
34) Sprödglaserz pg. 605, 115° 39′, häufig Zwillinge.
35) Weißgiltigerz pg. 610, Sternbergit pg. 610.
36) Kupferglas pg. 614, 119° 15′, Zwillinge, isomorph mit Silberkupferglanz pg. 617. Scheerer vermuthet einen Trimorphismus, da das Kupferglas von Bygland in Tellemarken einen deutlichen Blätterbruch hat.
37) Bournonit pg. 622, 93° 40′, Zwillinge machen die Krystalle schwierig; Schilfglaserz pg. 623. Kupferantimonglanz pag. 624, Enargit pg. 624.
Fluellit pg. 383, Cotunnit pg. 424, Dimagnetit pg. 514 soll nach Blake Ilvait sein, Bleiglätte pg. 561.

V. Zwei und eingliedriges System.

Ist reich an ausgezeichneten Beispielen, und besonders wichtig für das Verständniß der Zonenlehre.

1) Feldspath pg. 182. Die blättrigen Brüche der Säule ungleich, was dem 2+1gliedrigen Systeme widerspricht. Zwillinge und Vierlinge.

2) Glimmer pg. 198, wahrscheinlich beim Kali-, Lithion- und Magnesiaglimmer.

3) Hornblende pg. 208, 124° 30′, sehr blättrige Säule; Tremolith, Anthophyllit, Arfvedsonit.

4) Augit pg. 211, 87° 6′. Akmit, Rhodonit, Bustamit, Fowlerit schließen sich vollkommen an. Weiter entfernt sich Spodumen pg. 196, und noch weiter Diallag pg. 215.
Wollastonit pg. 217, Chondrodit pg. 222.

5) Epidot pg. 232, gewendet 2+1gliedrig. Auch Gadolinit pg. 305, Orthit pg. 306 (Allanit, Cerin) sollen sich anschließen.

6) Euklas pg. 264, der 2+1gliedrige Edelstein, mit einem ausgezeichneten Blätterbruch.

7) Blätterzeolith pg. 279, der 2+1gliedrige Zeolith. Auch Epistilbit pg. 280 und Beaumontit pg. 281 zu vergleichen. Unter den Faserzeolithen ist Scolezit pg. 277 wohl entschieden 2+1gliedrig.
Brewsterit pg. 280, Haydenit pg. 283, Lomonit pg. 288, Katapleiit pg. 257.

8) Datolith pg. 291, ein ausgezeichneter Typus, Haytorit pg. 292.

9) Titanit pg. 300, der Alpinische stets in Zwillingen.

10) Gyps pg. 360, 111° 26′, drei ausgezeichnete Blätterbrüche. Schwalbenschwanzzwillinge. Barytocalcit pg. 356, Monazit pg. 398.
Ternärbleierz pg. 377 von rhomboedrischem Typus.

11) Vivianit pg. 395, 111° 6′, isomorph mit Kobaltblüthe pg. 399 und Nickelblüthe pg. 400. Alle drei Gypsartig. Aehnlich der Pharmakolith pg. 400. Triphylin pg. 397.
Wagnerit pg. 388, Hureaulit pg. 397, Blauspath pg. 393.

12) Kupferlasur pg. 404, 99° 32′, kurzsäulige verwickelte Krystalle.
Malachit pg. 406. Phosphorkupfer pg. 408, Strahlerz pg. 410.

13) Rothbleierz pg. 412, 93° 30′, leicht erkennbare Krystalle.
Vauquelinit pg. 413.

14) Borax pg. 419, 87°, auffallend augitartig.

15) Soda pg. 435, Trona pg. 436, Gaylussit pg. 436, rothes Blutlaugensalz pg. 434, Glauberit pg. 441.

16) Eisenvitriol pg. 441, 82° 21′, von rhomboedrischem Typus. Botryogen pg. 443, Uranvitriol pg. 444.

17) Zucker pg. 455 und Weinsäure pg. 456 mit ihrer eigenthümlichen Hemiedrie; Grünspan pg. 459, Schwefelsaures Nickeloxydkali pg. 460, Asparagin pg. 461, Oxalsaures Chromoxydkali pg. 462, Oxalsäure pg. 466.

18) Schwefel pg. 508 aus dem Fluß erstarrt, Feldspathartige Zwillinge. Selen pg. 511.

19) Wolfram von Zinnwalde pg. 546, mit Verwandtschaft zum Viergliedrigen.

Crednerit pg. 536.

20) Rothspießglanz pg. 595, Plagionit pg. 596.

21) Rauschroth pg. 600, 74° 26′, Krystalle zerfallen am Licht.

22) Miargyrit pg. 609, Feuerblende? pg. 609.

23) Oxalsaurer Kalk pg. 660, 100° 36′, Seltenheit. Zwillinge.

VI. Eingliedriges System.

Es ist bei weitem das ärmste, vielleicht in Folge seiner großen Unsymmetrie.

1) Natronfeldspath pg. 189 und Kalkfeldspath pg. 193 schließen sich durch ihren Typus noch an Kalifeldspath an.

Petalit und Kastor pg. 195 sollen nach G. Rose eingliedrig sein, vielleicht auch Zygadit pg. 195.

2) Axinit pg. 271 und Kupfervitriol pg. 444 bilden einen 2ten Typus. Babingtonit pg. 211, Pyrallolith?

3) Cyanit pg. 237 und doppelt chromsaures Kali pg. 465 sind durch einen ihrer Zwillinge eng verwandt. Sillimanit pg. 239.

4) Sassolin pg. 421. Auch der Borsäurehaltige Danburit (Dana Miner. 281) hat ein dreifach blättriges ungleichwinkliges Hexaid.

Litteratur.

Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Physikalische Abhandlungen. 1700 Leibnitz erster Präsident der Akademie. Anfangs erschienen die Abhandlungen als Miscellanea Berolinensia. Seit 1745 französisch: Histoire de l'Académie royale des Sciences et belles lettres de Berlin. Seit 1814 unentbehrlich durch die klassischen Abhandlungen von Prof. Weiß. Davon die wichtigsten:

Jahrg. 1814 pg. 289. Uebersichtliche Darstellung der verschiedenen natürlichen Abtheilungen der Krystallsysteme.

Jahrg. 1816 pg. 231. Krystallographische Fundamentalbestimmung des Feldspathes; pg. 286 Bezeichnung der verschiedenen Flächen eines Krystallsystems.

Jahrg. 1818 pg. 242. Theorie des Epidotsystemes; pg. 270 über eine ausführliche Bezeichnung der Krystallflächen.

Jahrg. 1821 pg. 145. Feldspath; pg. 195 Krystallsystem des Gypses.

Jahrg. 1823 pg. 261. Theorie der 6+6 und 3+3 Kantner. Fortsetzung im Jahrg. 1840 pg. 137.

Jahrg. 1826 pg. 93. Lehrsatz über die Theilung des Dreiecks.

Jahrg. 1829 pg. 63. Haytorit.

Jahrg. 1831 pg. 313. Staurolithsystem.

Jahrg. 1834 pg. 623. Projektion des Gypses.

Jahrg. 1835 u. 1838 pg. 253. Feldspath in verschiedenen Stellungen projicirt.

Jahrg. 1837 pg. 139. Theorie des Herakis-Oktaeders.

Jahrg. 1841 pg. 249. Krystallsystem des Euklases.

Agricola, de natura fossilium. Ich habe die Baseler Ausgabe von 1657 citirt, worin sämmtliche Werke des berühmten Verfassers, der 1494—1555 lebte, abgedruckt sind, nämlich:

1) de re metallica libri XII.
2) de animantibus subterraneis liber I.
3) de ortu et causis subterraneorum libri V.
4) de natura eorum quae effluunt ex terra libri IV.
5) de natura fossilium libri X.
7) de veteribus et novis metallis libri II.
8) Bermannus sive de re metallica dialogus liber I.
6) Rerum metallicarum interpretatio. Diese ist wegen der deutschen Namen höchst interessant.

Georg Agricola's mineralogische Schriften, übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von E. Lehmann. Freiberg 1806—12. 4 Theile.

Albinus, Meißnische Bergkchronica: darinnen fürnämlich von den Bergwerken des Landes zu Meißen gehandelt wird. Dresden 1590.

Annalen der Chemie und Pharmacie von Wöhler und Liebig. Seit 1832. Jährlich 4 Bände in monatlichen Heften.

Annales de Chimie. Paris 1789. Sous le privilège de l'Académie. Bis 1815 erschienen 96 Bände. Seit 1816 nehmen sie den Titel an:

Annales de Chimie et de Physik von Gay-Lussac und Arrago. Bis 1840 erschienen 75 Bände. Seit 1841 folgt die Troisième Série. Jährlich 3 Bände in monatlichen Heften.

Annales des Mines. Paris 1816. 1827 erschien die 2te sér.; 1832 die 3te sér.; 1842 die 4te sér.

Bauhinus, Historiae fontis Bollensis. Montisbeligardi 1598. Deutsche Ausgabe 1602. Eine dritte lateinische 1612.

Berzelius, Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und Mineralogie. 1844 erschien der 23ste Jahrgang. Fortsetzung siehe bei Liebig.

Blum, Lehrbuch der Oryktognosie. Mit Holzschnitten. 3te Auflage. Stuttgart 1854.

Derselbe, Taschenbuch der Edelsteinkunde. Stuttgart 1832.

Derselbe, die Pseudomorphosen des Mineralreichs. Stuttgart 1843. Zweiter Nachtrag 1852.

Derselbe, Lithurgik oder Mineralien und Felsarten nach ihrer Anwendung in ökonomischer, artistischer und technischer Hinsicht. Stuttgart 1840.

Blumenbach, Handbuch der Naturgeschichte. 12te Aufl. Göttingen 1830.

Breithaupt, Vollständige Charakteristik des Mineralsystem's. 3te Auflage. Leipzig 1832.

Dessen vollständiges Handbuch der Mineralogie. 1. Band. Allgemeiner Theil 1836. 3ter Band 1847. Siehe Hoffmann.

Brewster and Jameson, The Edinburgh Philosophical Journal seit 1819. Beim 11ten Bande 1824 trennten sich die Schriftsteller: Brewster schreibt The Edinburgh Journal of Science und Jameson setzt die Schrift anfangs unter gleichem Titel, seit 1826 aber als Edinburgh new Philosophical Journal fort.

Comptes rendus hebdomaires des séances de l'Académie des Sciences. Jährlich 2 Bände. Größere Abhandlungen werden in den Mémoires de l'Académie royale des sciences de l'Institut de France bekannt gemacht. Sie sind die Fortsetzung der Histoire de l'Académie royale des sciences 1666. Anfangs erschienen sie unregelmäßig, seit 1699 aber alljährlich 1 Band.

Crell, Chemisches Journal 1778. Chemische Annalen. Helmstädt 1784. Schließt 1804.

Dana, a System of Mineralogy, 3. edit. New-York 1850. Macht uns besonders mit den Amerikanischen Vorkommen vertraut.

Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien 1850. Nebst Sitzungsberichten der Kais. Akad. der Wissenschaften. Wien 1848.

Dufrénoy, Traité de Minéralogie. 3 Bände nebst einem Bande Kupfertafeln. Paris 1844—47.

Emmerling, Lehrbuch der Mineralogie. Gießen 1793—97. Ein Schüler Werner's, und Lehrer der Bergwerkswissenschaften auf der Universität Gießen. Für seine Zeit sehr vollständig. Der 3te Theil handelt von den Gebirgsarten.

Erdmann, Journal für Technische und Oekonomische Chemie. Leipzig 1823. Jährlich 3 Bände. Seit 1834 mit Schweigger's Journal für Chemie und Physik. Nürnberg 1811—1833 verbunden unter dem Titel: Journal für praktische Chemie.

Gilbert, Annalen der Physik. Halle 1799—1824. Band 1—76, worüber ein vollständiges Sach= und Namenregister von Heinrich Müller existirt. Sie bilden die Fortsetzung von Gren's Annalen und sind selbst wieder von Poggendorf fortgesetzt.

Glocker, Handbuch der Mineralogie. Nürnberg 1831.

Derselbe, Grundriß der Mineralogie mit Einschluß der Geognosie und Petrefaktenkunde. Nürnberg 1839.

Haidinger, Anfangsgründe der Mineralogie. Leipzig 1829.

Derselbe, Handbuch der bestimmenden Mineralogie. Wien 1845.

Hartmann, Handbuch der Mineralogie zum Gebrauche für Jedermann. 2 Bde. Weimar 1843. 1850 erschien ein Nachtrag. Nach den Vorlesungen von Prof. Weiß geordnet.

Hausmann, Entwurf eines Systems der unorganisirten Naturkörper. Cassel 1809.

Derselbe, Handbuch der Mineralogie. Göttingen 1813. Von der 2ten gänzlich umgearbeiteten Auflage erschien der 2te Theil mit 1660 Seiten 1847, und ist wegen der vollständigen Litteratur geschrieben mit der ausgezeichnetsten Sachkenntniß für den Mineralogen von Fach eine unentbehrliche Hilfsquelle.

Hill, Traité des pierres de Théophrast, traduit du Grec. Paris 1754.

Hoffmann, Handbuch der Mineralogie, 4 Bände 1811—1817. Doch starb der Verfasser während der Herausgabe des 2ten Bandes den 15ten März 1813, und es wurde dann von Breithaupt fortgesetzt. Am Ende ist Werner's letztes Mineral=System angefügt, was aus dessen Nachlasse auf Ober=Bergamtliche Anordnung herausgegeben wurde. Werner's Art der Darstellung kann man daraus am vollständigsten ersehen.

Karsten, Mineralogische Tabellen mit Rücksicht auf die neuesten Entdeckungen. Berlin 1800. 2te Aufl. 1808.

Kayser, Beschreibung der Mineralien=Sammlung des H. Medicinalrath Bergemann in Berlin. Berlin 1834.

Kengott, Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen in den Jahren 1844—49. Wien 1852; in den Jahren 1850 u. 51. Wien 1853; im Jahre 1852. Wien 1854. Bildet die Beilage zu dem Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt.

Klaproth, Beiträge zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper. 6 Bändchen. Berlin 1795—1815. Nicht blos klassisch wegen der ersten gründlichen Analysen, sondern auch für die Geschichte der Mineralogie großes Interesse darbietend.

Kobell, Grundzüge der Mineralogie zum Gebrauche für Vorlesungen. Nürnberg 1838.

Derselbe, Skizzen aus dem Steinreich. Geschrieben für die gebildete Gesellschaft. München 1850.

Köhler, Bergmännisches Journal 1788—1815. Werner nahm daran thätigen Antheil. Jährlich 2 Bände.

Kurr, Grundzüge der ökonomisch=technischen Mineralogie. 3te Aufl. Leipz. 1851.

Leonhard, Taschenbuch für die gesammte Mineralogie mit Hinsicht auf die neuesten Entdeckungen. Frankfurt a. M. 1807. Jährlich erschien 1 Band. Die ersten 10 Jahrgänge wurden 1817 in einer 2ten Auflage nochmals unverändert abgedruckt. Nach Vollendung des 18ten Bandes nahmen 5 Bände von 1825—29 den neuen Titel „Zeitschrift für Mineralogie" an. Seit 1830 hat sich Bronn dabei betheiligt, und es hieß jetzt Jahrbuch für Mineralogie. Aber erst seit 1833 nahm es seine heutige vollendete Gestalt an, und erscheint jährlich in 6—7 zweimonatlichen Heften unter dem Titel: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde. Stuttgardt 1833—1854. Zwei Repertorien von Lommel und Giebel respective über die Jahrgänge 1830—39 u. 1840—49 erleichtern den Gebrauch.

Leonhard, Handbuch der Oryctognosie. Heidelberg 1826.

Derselbe, Populäre Vorlesungen über Geologie. Stuttgart 1836—44.

G. Leonhard, Handwörterbuch der Topographischen Mineralogie. Heidelberg 1843.

Lévy, Description d'une Collection des Minéraux, formée par M. Henri Heuland. Londres 1837. 3 Vol.

Liebig u. Kopp, Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie. Gießen 1848—53. Ersetzt die von Berzelius.

Mohs, Leichtfaßliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs. 2te Aufl. Wien 1836. Der 2te Theil die Physiographie erschien nach Mohs Tode 1839, bearbeitet von Zippe.

Monticelli e Covelli, Prodromo della Mineralogia Vesuviana. Napoli 1825.

Naumann u. Cotta, Geognostische Beschreibung des Königreichs Sachsen und der angränzenden Länderabtheilungen. Zweite unveränderte Ausgabe. 5 Hefte. 1845.

Phillips, an elementary introduction to the knowledge of Mineralogy. Wegen den mit dem Reflexionsgoniometer ausgeführten Messungen wichtig. Ich habe die 3te Auflage von 1823 benützt. Die neueste von Brooke und Miller. London 1852 hat eine ganz andere Gestalt angenommen, als die frühere. Miller hat darin seine Bezeichnungsweise eingeführt.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Der erste Band erschien 1665 u. 1666. Jährlich ein Band.

Poggendorff, Annalen der Physik und Chemie schließen sich an Gilbert an. Seit 1824 erschienen 93 Bände. Ueber die ersten 60 Bände von 1824—1843 existirt ein vollständiges Namen- und Sachregister, über die andern im 75ten und 84ten wenigstens Namenregister. Außerdem sind noch 4 Ergänzungsbände vorhanden. In monatlichen Heften. Dieses so vortrefflich redigirte Journal bildet für den Mineralogen eine wahre Fundgrube.

G. Rose, Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere. 2 Bände. 1837 u. 42.

Schröder, Elemente der rechnenden Krystallographie. Klausthal 1851. Wendet die Projektionsmethode an.

Scheerer, Allgem. Journal der Chemie. Leipzig 1798. Von Gehlen, Berlin 1803 unter dem Titel: Neues allgemeines Journal der Chemie bis 1810 fortgesetzt.

Silliman, The American Journal of Science and Arts. New-York 1818. Der 49ste Band erschien 1845. Der 50ste bildet den General-Index.

Mit 1846 erschien die 2 series, wovon gegenwärtig der 17te Band vorliegt.

Schubert, Abriß der Mineralogie. Erlangen 1853. Populär. Für biblische Steinnamen ausführlich.

Steffens, vollständiges Handbuch der Oryctognosie. Halle 1811 — 24. 4 Bändchen. Für seine Zeit sehr vollständig, und hebt manche interessante Seite der Wissenschaft hervor.

Das Uebrige siehe in der Geschichte der Mineralogie pg. 1—8.

Register.

A

Quenstedt, Friedrich August, / Hiemer, Johann Heinrich / Weihenmajer, Johann Friedrich

Handbuch der Mineralogie

Tübingen 1855